

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Vytápění rodinného domu s využitím obnovitelných zdrojů energie – tepelné čerpadlo

Heating of a Family House with Renewable Resources of Energy – The Heat Pump

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Čuma**
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3607R040 Prostorové staveb
Téma: Vytápění rodinného domu s využitím obnovitelných zdrojů energie -
tepelné čerpadlo
Heating of a Family House with Renewable Resources of Energy - The
Heat Pump

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Projekt pro realizaci stavby, který bude obsahovat části:

1. Průvodní zpráva
2. Souhrnnou technickou zprávu
3. Výpočet schodiště + schéma (řez a půdorys schodišťového prostoru)
4. Tepelně technické vyhodnocení (podlaha nad terénem, obvodová a střešní konstrukce)
pomocí software např. Teplo (Svoboda Software).
5. Stavební část
 - Koordinační situace 1 : 200, 1 : 250
 - Základy 1 : 50
 - Půdorysy jednotlivých podlaží se specifikací překladů a specifikací skladeb podlah 1 : 50
 - Výkres stropu nad typickým podlažím 1 : 50
 - Řez (vždy veden přes schodiště) 1 : 50
 - Půdorys střechy (pohled na střechu) 1 : 100
 - Pohledy 1 : 100

6. Prostorové staveb - projekt vytápění:

Technická zpráva

- výpočet tepelných ztrát (výkonu) objektu
- návrh a výpočet vytápění
- stanovení potřeby teplé vody a návrh zásobníku teplé vody
- energetický štítek obálky budovy

Výkresová dokumentace vytápění

7. Plakát formátu B1 (70 x 100 cm) na výšku

Rozsah práce: dle platné směrnice děkana č.7/2015 a dle vyhlášky MMR č. 62/2013 Sb., o dokumentaci staveb.

Seznam doporučené odborné literatury:


- Legislativní či normové dokumenty ve znění pozdějších předpisů!
 - Zákon č.350/2012 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)
 - Vyhláška MMR č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby.
 - Vyhláška MMR č. 398/2009., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.
 - ČSN 734301. Obytné budovy. Praha : Český normalizační institut, 2004 (změna Z1/2005, Z2/2009).
 - ČSN 013420. Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části. Praha : Český normalizační institut 2004.
 - Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov
 - Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov
 - ČSN 730540 Tepelná ochrana budov: Část 1-4 2007 (2011)
 - ČSN 755409 Vnitřní vodovody 2013
 - ČSN 755455 Výpočet vnitřních vodovodů 2014
 - ČSN 755411 Vodovodní přípojky 2006
 - ČSN EN 12056(1-5) Vnitřní kanalizace – gravitační systémy: Část 1-5 2001
 - ČSN 756760 Vnitřní kanalizace 2014
 - ČSN 013450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace 2006
 - ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení 1994
 - ČSN 060310 Ústřední vytápění – Projektování montáž 2014
 - ČSN 060320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování 2006
 - ČSN EN 806 Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě: Část 1-5 2012
 - ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu 2005
 - ČSN EN 12 828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav 2005
 - ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet energie na vytápění – Obytné budovy 2000
 - ČSN EN ISO 13779 Větrání nebytových budov -Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy 2010
 - ČSN EN 15665 Větrání budov – stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov 2009
 - ČSN EN 15251 Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky 2011
 - Nařízení vlády 93/2012 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
 - Čupr, Bartošová, Počinková, Vrána: ZTI pro kombinované studium, CERM, s.r.o. Brno (2002)
 - Bystřický, Pokorný: TZB-A (zdravotechnika), ČVUT Praha (2003)
 - Bystřický, Pokorný: TZB-B (vytápění), ČVUT Praha (2003)
 - Brož, Vytápění, ČVUT Praha (2002)
 - VAVERKA, J.; HIRŠ, J.; SKOTNICOVÁ, I., aj. Stavební tepelná technika a energetika budov. 1. vyd. Brno : VUTIUM, 2006. 648 s. + CD ROM. ISBN 80-214-2910-0.
 - BYSTRICKÝ, V., POKORNÝ, A. TZB-B (vytápění). Praha : ČVUT Praha, 2006.
 - BROŽ, K. Vytápění. Praha : ČVUT Praha, 2002.
 - Skotnicova, I., Labudek, J. Stavební tepelná technika I, Studijní texty pro cvičení, nakladatelství CERM, 2011, ISBN 978-80-7204-767-3
- + další publikace a legislativní dokumenty týkající se tématu bakalářské práce.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

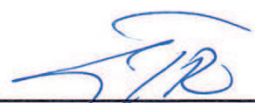
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Marcela Černíková**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 02.05.2017


doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.
vedoucí katedry

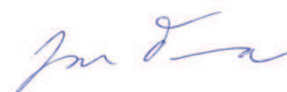



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 2.5.2017




.....
Jan Čuma

prohlašuji:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 2.5.2017



.....
Jan Čuma

Anotace

Vzor bibliografické citace:

ČUMA, Jan. *Vytápění rodinného domu s využitím obnovitelných zdrojů energie – tepelné čerpadlo*. Ostrava, 2017. Počet stran 48. Bakalářská práce na VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra prostředí staveb a TZB. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marcela Černíková.

Předmětem této bakalářské práce je stavebně konstrukční návrh rodinného domu společně s návrhem vytápění rodinného domu s využitím obnovitelných zdrojů energie – tepelného čerpadla. Návrh stavebního řešení byl realizován především s ohledem na tepelně technické posouzení objektu, a to z důvodu dosažení co nejnižších tepelných ztrát objektu, a tedy nízkých provozních nákladů rodinného domu.

V této práci je navržen nízkoteplotní jednookruhový otopný teplovodní systém pro podlahové vytápění s nuceným oběhem vody. Jako zdroj tepla je použito tepelné čerpadlo společně s dopomocným fotovoltaickým systémem. Tepelné čerpadlo má integrovaný nerezový zásobník vody o objemu 190 litrů.

Bakalářská práce se sestává ze dvou částí. První část je **stavební** a obsahuje průvodní a souhrnnou technickou zprávu, výpočet schodiště, výkresovou dokumentaci a výpis skladeb konstrukcí. Druhá část zabývající se prostředím staveb se sestává z **technické zprávy**, která obsahuje tepelně technické vyhodnocení objektu, návrh a výpočet vytápění, stanovení potřeby teplé vody a energetický štítek obálky budovy. V druhé části se dále nachází výkresová dokumentace vytápění.

Klíčová slova:

rodinný dům, vytápění, tepelné ztráty, tepelné čerpadlo, fotovoltaická elektrárna

Annotation

Example of bibliographic quotation:

ČUMA Jan, *Heating of a Family House with Renewable Resources of Energy – The Heat Pump*. Ostrava, 2017. Number of pages 48. Bachelor thesis at VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, Department of Building Environment and Building Services. Supervisor: Ing. Marcela Černíková

The subject of this bachelor thesis is the structural design of a family house together with the design family house heating using renewable energy sources – heat pump. The design of the building solution was realized primarily with regard to the thermal technical assessment of the building in order to achieve the lowest heat losses of the building and thus the low operating costs of the family house.

There is designed a low-temperature single-circuit heating system for floor heating with forced water circulation in the thesis. The heat pump is used together with the auxiliary photovoltaic system. The heat pump has an integrated stainless steel water tank of 190 litres.

The bachelor thesis consists of two parts. The first part focuses on construction, contains the building cover and summary technical reports, the staircase calculation, the drawing documentation and the listing of structures. The second part includes the building environment consisting the technical report which includes the building thermal technical assessment, the heating design and calculation, the hot water demand determination and the building envelope energy label. The second part also contains the heating drawing documentation.

Keywords:

family house, heating, heat loss, the heat pump, photovoltaic system

Poděkování

Rád bych poděkoval své vedoucí bakalářské práce, paní Ing. Marcele Černíkové za podporu a odbornou pomoc, kterou mi věnovala v průběhu zpracování této bakalářské práce. Dále děkuji panu Ing. Radkovi Fabianovi, Ph.D. za poskytnutí konzultací a odborné pomoci při zpracovávání projektové dokumentace stavební – technické části.

Také bych rád poděkoval paní Ing. Petře Tymové, Ph.D. za konzultace ohledně návrhu podlahového topení a vlastního návrhu topného okruhu.

V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za podporu při studiu a zpracování této práce.

OBSAH

OBSAH.....	1
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	2
ÚVOD	6
A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA	7
A.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	7
A.2 SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ.....	7
A.3 ÚDAJE O ÚZEMÍ	8
A.4 ÚDAJE O STAVBĚ.....	9
A.5 ČLENĚNÍ STAVBY NA OBJEKTY A TECHNICKÁ A TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ	10
B. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	11
B.1 POPIS ÚZEMNÍ STAVBY	11
B.2 CELKOVÝ POPIS STAVBY	12
B.3 PŘIPOJENÍ NA TECHNICKOU INFRASTRUKTURU	21
B.4 DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ.....	21
B.5 ŘEŠENÍ VEGETACE A SOUVISEJÍCÍCH TERÉNNÍCH ÚPRAV	21
B.6 POPIS VLIVŮ STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A JEHO OCHRANA	22
B.7 OCHRANA OBYVATELSTVA	22
B.8 ZÁSADY ORGANIZACE VÝSTAVBY	22
C. SITUAČNÍ VÝKRESY	26
C.1 SITUAČNÍ VÝKRES ŠIRŠÍCH VZTAHŮ	26
C.2 CELKOVÝ SITUAČNÍ VÝKRES	26
C.3 KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES	26
D. DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ	27
D.1 DOKUMENTACE STAVEBNÍHO NEBO INŽENÝRSKÉHO OBJEKTU	27
D.2 DOKUMENTACE TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ	43
ZÁVĚR	44
POUŽITÉ ZDROJE A LITERATURA.....	45
POUŽITÝ SOFTWARE	47
SEZNAM PŘÍLOH.....	48

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Δp_{DIS}	Celková tlaková ztráta	[Pa]
Δp_{rv}	Navržená tlaková ztráta přednastavením ventilu	[Pa]
ΔQ_{max}	Max. rozdíl teplot mezi křivkou dodávky Q_{2p} a Q	[kWh/den]
Δt	Rozdíl teplot přívodní a vratné vody	[°C]
ΔU	Celkový průměrný vliv tepelných vazeb	[W/m ² K]
A	Plocha místnosti	[m ²]
AC	Celková podlahová plocha objektu	[m ²]
B	Charakteristické číslo místnosti	[Pa ^{0,67}]
b, b_i, b_u	Činitel teplotní redukce	[-]
c	Měrná tepelná kapacita vody	[kWh/m ³ K]
d_j	Tloušťka konstrukce	[m]
DN	Dimenze potrubí	[-]
d_u	Korekce součinitele prostupu	[W/m ² K]
e	Stínící součinitel	[-]
e_i, e_t, e_d	Opravné součinitele	[-]
e_k	Korekční součinitel zahrnující exponování	[-]
f, R_{si}, c_r	Kritický teplotní faktor	[-]
f, R_{si}, N	Návrhový teplotní faktor	[-]
f_{g1}	Opravný součinitel zahrnující vliv roční změny teploty	[-]
f_{g2}	Opravný součinitel zahrnující rozdíl mezi průměrnou a výpočtovou teplotou	[-]
f_{ig}	Součinitel teplotní redukce	[-]
I	Délka potrubí	[m]
i_{LV}	Součinitel spárové provzdušnosti	[m ³ /s.Pa ^{0,67}]
K	Cenový ukazatel	[Kč/m ³]
L	Délka spár otevíratelných oken a venkovních dveří	[m]
M	Hmotnostní průtok	[kg/h]
M	Charakteristické číslo místnosti	[-]
$M_{c,a}$	Množství zkondenzované vodní páry	[kg/m ² rok]
$M_{ev,a}$	Množství vypařitelné vodní páry	[kg/m ² rok]
N	Orientační náklady na stavbu	[Kč]
n_{50}	Stupeň těsnosti obvodového pláště	[-]

n_d	Počet dávek dle ČSN 06 0320	[-]
$N_{h; n}$	Intenzita výměny vzduchu	[h ⁻¹]
n_i	Počet uživatelů	[-]
n_j	Počet jídel	[-]
n_u	Počet ploch	[-]
Θ_e	Výpočtová venkovní teplota	[°C]
$\Theta_{int, i}$	Výpočtová teplota interiéru	[°C]
P	Exponovaný obvod	[m]
p_1	Přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn	[-]
p_2	Přirážka na urychlení zátoku	[-]
p_3	Přirážka na světovou stranu	[-]
P_{ot}	Otevírací přetlak	[kPa]
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení stavby	
$p_{d,dov}$	Nejnižší provozní dovolený přetlak	[Pa]
p_{di}	Součinitel prodloužení doby dávky	[-]
$p_{h,dov}$	Horní provozní dovolený přetlak	[Pa]
Q_{2p}	Teplo odebrané z ohřívače teplé vody	[kWh/den]
Q_{2z}	Teplo ztracené při ohřevu a distribuci	[kWh/den]
$Q_c; F_{i,HL}$	Celková tepelná ztráta	[W]
Q_{cel}	Celková tepelná ztráta objektu	[kW]
Q_d	Teoretická potřeba tepla	[J]
Q_o	Základní tepelná ztráta prostupem	[W]
$Q_p; F_{i,T}$	Tepelná ztráta prostupem	[W]
$Q_v; F_{i,V}$	Tepelná ztráta větráním	[W]
$Q_{VYT,d}$	Denní potřeba tepla	[kWh]
$Q_{VYT,h}$	Hodinová potřeba tepla	[kWh]
Q_z	Trvalý tepelný zisk	[W]
R	Tlaková ztráta třením na metr délky potrubí	[Pa/m]
R	Tepelný odpor konstrukce	[m ² K/W]
R_{HE}	Návrhová vlhkost venkovního vzduchu	[%]
R_{HI}	Návrhová vlhkost vnitřního vzduchu	[%]
R_i	Tepelný odpor jednotlivých vrstev konstrukce	[m ² K/W]
R_{se}	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně – exteriér	[m ² K/W]
R_{si}	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně – interiér	[m ² K/W]

R_{tot}	Celkový odpor konstrukce při přestupu tepla	$[\text{m}^2\text{K/W}]$
S_j	Plocha konstrukce	$[\text{m}^2]$
t_1	Teplota vody přívodní	$[\text{°C}]$
t_2	Teplota vody vratní	$[\text{°C}]$
T_{di}	Doba dávky	$[\text{h}]$
t_e	Návrhová teplota venkovního vzduchu	$[\text{°C}]$
t_i	Návrhová teplota vnitřního vzduchu	$[\text{°C}]$
t_p	Denní doba provozu	$[\text{h}]$
$T_{\text{si,p}}$	Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách	$[\text{°C}]$
t_{SV}	Teplota studené vody	$[\text{°C}]$
t_{TV}	Teplota teplé vody	$[\text{°C}]$
TV	Teplá voda	$[-]$
TUV	Teplá užitková voda	$[-]$
TZB	Technická zařízení budov	$[-]$
U_d	Součinitel prostupu tepla vstupních dveří	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
U_{3i}	Objemový průtok teplé vody při teplotě t_3 do výtoku	$[\text{m}^3/\text{h}]$
U_{em}	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
$U_{\text{em, N}}$	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla obálky budovy	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
U_j	Součinitel prostupu tepla konstrukce	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
U_k	Skutečná hodnota součinitele prostupu tepla	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
U_{kc}	Celkový průměrný vliv tepelných vazeb	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
$U_{\text{N, 20}}$	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
$U_{\text{rec, 20}}$	Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
U_w	Součinitel prostupu tepla oken a balkonových dveří	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
V	Obestavěný prostor budovy	$[\text{m}^3]$
V_{2p}	Celková potřeba teplé vody	$[\text{m}^3]$
V_{di}	Objem dávky v periodě	$[\text{m}^3]$
V_e	Expanzní objem	$[\text{m}^3]$
V_{ep}	Předběžný objem expanzní nádoby	$[\text{m}^3]$
V_i	Objem místnosti	$[\text{m}^3]$
V_j	Potřeba teplé vody pro mytí nádobí	$[\text{m}^3]$
V_m	Vnitřní objem vzduchu	$[\text{m}^3]$
$V_{\text{min, i}}$	Minimální množství větraného objemu vzduchu místnosti	$[\text{m}^3]$
V_o	Potřeba teplé vody pro mytí osob	$[\text{m}^3]$

V_{ob}	Obestavěný prostor budovy	$[m^3]$
V_u	Potřeba teplé vody pro úklid domácnosti, mytí podlah	$[m^3]$
V_v	Objemový průtok větraného vzduchu	$[m^3/s]$
V_{vH}	Potřebný průtok	$[m^3/s]$
V_z	Objem zásobníků teplé vody	$[m^3]$
w	Rychlost proudění vody v potrubí	$[m/s]$
z	Poměrná ztráta při ohřevu a distribuci	$[kWh/den]$
Z	Tlaková ztráta třením	$[Pa]$
η	Účinnost	$[-]$
λ_j	Součinitel tepelné vodivosti	$[W/mK]$
ρ	Hustota vody při střední teplotě zásobníku	$[kg/m^3]$
$\Sigma\xi$	Součet součinitelů vřazených odporů	$[-]$
ϕ	Součinitel způsobu připojení	$[-]$
Φ_{TV}	Tepelný výkon zdroje	$[kWh]$
Φ_{TVr}	Tepelný výkon zdroje za rok	$[kWh]$

ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je stavebně konstrukční návrh rodinného domu společně s návrhem vytápění rodinného domu s využitím obnovitelných zdrojů energie – tepelného čerpadla. Návrh stavebního řešení byl realizován především s ohledem na tepelně technické posouzení objektu, a to z důvodu dosažení co nejnižších tepelných ztrát objektu, a tedy nízkých provozních nákladů rodinného domu.

V této bakalářské práci je dále řešen návrh tepelného čerpadla s podlahovým vytápěním a fotovoltaickými panely rodinného domu v Blansku.

Provozní náklady jsou náklady na pokrytí tepelné ztráty budovy. Velikost tepelné ztráty ovlivňují konstrukce, které jsou vystaveny přilehlému prostoru, jež tvoří venkovní vzduch, přilehlá zemina a nevytápěný prostor (garáž). Veškeré konstrukce objektu splňují požadavek doporučených hodnot součinitele prostupu tepla, které jsou uvedeny v normě ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov [1].

Otopná soustava je navržena jako teplovodní systém s nuceným oběhem vody. Jako zdroj tepla bude sloužit tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C – země/voda, jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo bude sloužit plošný zemní kolektor. Topný okruh pro podlahové vytápění má teplotní spád 40/35 °C.

Pro výrobu elektrické energie budou použity fotovoltaické panely. Tento systém bude primárně sloužit pro chod tepelného čerpadla a vytápění, a tak není nutné uvažovat o dodávkách přebytků elektrické energie do distribuční soustavy. Fotovoltaický systém bude vybírat aktuální nejlevnější zdroj tepla na základě stavu akumulátoru, aktuální výroby z fotovoltaických panelů, teploty v zásobníku tepelného čerpadla nebo aktuální sazby nízkého tarifu elektřiny.

Členění této práce bylo zpracováno dle vyhlášky č. 499/2006 Sb., ve znění novely č. 62/2013 Sb. o dokumentaci staveb [2].

A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

- | | |
|-------------------------|---|
| a) název stavby: | Rodinný dům Blansko |
| b) místo stavby: | Alešova 35, Blansko parc. č. 1281 v k. ú. Blansko |
| c) předmět dokumentace: | dokumentace pro stavební povolení |

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Jméno a příjmení: | Martina Čumová |
| Místo trvalého pobytu: | A. Skotáka 1374/3, 678 01 Blansko |

A.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Jméno a příjmení: | Jan Čuma |
| Místo trvalého pobytu: | A. Skotáka 1374/3, 678 01 Blansko |

A.2 Seznam vstupních podkladů

Geodetické a mapové podklady:

- Mapa katastrálního území
- Geodetické zaměření dotčeného pozemku 1:500
- Inženýrsko – geologický průzkum
- hydrogeologický průzkum
- radonový průzkum

Ostatní:

- Požadavky investora
- Obhlídka místa, fotodokumentace
- Vyjádření dotčených orgánů
- EU, ČSN normy, platné vyhlášky, nařízení vlády

A.3 Údaje o území

a) rozsah řešeného území

Předmětný pozemek je situován na konci zastavěné části města Blanska. V blízkosti pozemku se nachází přípojky vodovodu, splaškové a dešťové kanalizace a přípojka NN, dále se na pozemku nachází vysokotlaké vedení plynu.

Parcelní číslo: 1281 v k. ú. Blansko (581283)

Výměra dotčeného pozemku: 5524 m²

Druh pozemku: orná půda

Zastavěná plocha: 145,16 m²

b) údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území)

Stávající pozemek je zahrnut do zemědělského půdního fondu. Z toho důvodu bylo nutné část pozemku vyjmout ze zemědělského půdního fondu.

Pozemek se nenachází na památkově, přírodně chráněném území. Dále se také nenachází v záplavovém území.

c) údaje o odtokových poměrech

Stávající odtokové poměry na daném území nebudou stavbou změněny.

d) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, nebylo-li vydáno územní rozhodnutí nebo územní opatření, popřípadě nebyl-li vydán územní souhlas

Předmětný rodinný dům je v souladu s územně plánovací dokumentací města Blanska.

Na předmětnou stavbu byl vydán územní souhlas.

e) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, s cíly a úkoly územního plánování

Předmětný rodinný dům je v souladu s územně plánovací dokumentací města Blanska.

Na předmětnou stavbu byl vydán územní souhlas.

f) údaje o dodržení obecných požadavků na využití území

Stavba splňuje obecné požadavky na využití stavby a provedení výstavby. Stavba bude provedena dle všeobecných požadavků na ochranu zdraví a životního prostředí.

g) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

Projektová dokumentace respektuje vyjádření dotčených orgánů.

h) seznam výjimek a úlevových řešení

Pro realizaci stavby nejsou potřebné žádné výjimky ani úlevová řešení.

i) seznam souvisejících a podmiňujících investic

Stavba nevyžaduje související ani podmiňující investice.

j) seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby (podle katastru nemovitostí)

Dotčen bude pozemek parc. č. 1281 v k. ú. Blansko (581283).

A.4 Údaje o stavbě

a) nová stavba nebo změna dokončené stavby

Jedná se o novostavbu rodinného domu.

b) účel užívání stavby

Stavba k trvalému bydlení.

c) trvalá nebo dočasná stavba

Stavba trvalá.

d) údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů (kulturní památka apod.)

Stavba nevyžaduje ochranu podle jiných právních předpisů.

e) údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb

Stavba je v souladu s obecnými požadavky – stavební zákon č. 350/2012 Sb. [3] dále s vyhláškou č.20/2012 Sb. o technických požadavcích na stavby [4].

Projektová dokumentace neuvažuje s bezbariérovým užíváním objektu.

f) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů

Požadavky dotčených orgánů jsou splněny.

g) seznam výjimek a úlevových řešení

Stavba nevyžaduje výjimky ani úlevová řešení.

h) navrhované kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikost, počet uživatelů/pracovníků apod.)

Zastavěná plocha:	145,16 m ²
Obestavěný prostor:	844,70 m ³
Užitná plocha:	193,71 m ²
Počet bytových jednotek:	1 byt. jednotka
Počet uživatelů:	4 osoby

i) základní bilance stavby (potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí apod.)

Potřeba pitné vody je uvažována 300 m³. Množství odpadní vody odpovídá potřebě pitné vody a je uvažována 300 m³. Dešťová voda bude odváděna přes akumulační jímku a nebude-li voda spotřebována za závlahu zahrady, bude odváděna dešťovou kanalizací. Potřeba ostatních médií není předmětem této práce. Provozem stavby bude vznikat běžný komunální odpad, který bude odvážen pravidelným svozem odpadů zajištěný městem.

j) základní předpoklady výstavby (časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy)

Zahájení stavby: září 2017

Dokončení stavby: prosinec 2018

Stavba nebude členěna na etapy.

k) orientační náklady stavby

Orientační náklady na stavbu:

$$N = V_{ob} \times K \quad (A.1)$$

V_{ob} – Obestavěný prostor budovy [m³]

K – Cenový ukazatel [Kč/m³], který je stanoven dle cenových ukazatelů ve stavebnictví pro rok 2016 [5], a to na 5860 Kč/m³

$$N = 844,70 \text{ m}^3 \times 5860 \text{ Kč/m}^3 = 4\,950\,000,- \text{ Kč}$$

A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

SO 01 RODINNÝ DŮM

SO 02 ZPEVNĚNÉ PLOCHY, SJEZD

SO 03 OPLOCENÍ

B. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.1 Popis územní stavby

a) charakteristika stavebního pozemku

Pozemek parc. č. 1281 ležící v katastrálním území Blansko (581283), jedná se o pozemek, který je situován na konci zastavěné části města Blanska. V blízkosti pozemku se nachází přípojky vodovodu, splaškové a dešťové kanalizace a přípojka NN, dále se na pozemku nachází vysokotlaké vedení plynu.

Parcelní číslo: 1281 v k. ú. Blansko (581283)

Výměra dotčeného pozemku: 5524 m²

Druh pozemku: orná půda

b) výčet a závěr provedených průzkumů a rozborů (geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.)

Byl proveden inženýrsko-geologický průzkum, který klasifikoval základovou půdu jako písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment s 2. třídou těžitelnosti.

Hydrogeologickým průzkumem byla stanovena hladina podzemní vody, která se nachází níže než základové konstrukce objektu.

Dle radonové mapy [6], bude objekt umístěn na pozemku s nízkým radonovým indexem. Nejsou nutné žádné zvláštní ochrany proti průniku radonu do objektu, postačuje navržená izolace proti vodě Elastobit PR S 50H.

c) stávající ochranná a bezpečnostní pásma

V blízkosti pozemku se nachází přípojky vodovodu, splaškové a dešťové kanalizace a přípojka NN, dále se na pozemku nachází vysokotlaké vedení plynu.

Je nutno respektovat ochranná a bezpečnostní pásma, především ochranné pásmo vysokotlakého vedení plynu.

d) poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

Stavba se nenachází v záplavovém a poddolovaném území.

e) vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Stávající odtokové poměry na daném území nebudou stavbou změněny. Dále stavba nebude mít negativní vliv na okolní stavby a pozemky. Při realizaci nedojde ke znečištění podzemních a povrchových vod závadnými látkami dle zákona č. 245/2001 Sb. [7] v platném znění.

f) požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Pozemek není v současné době využíván, nenachází se na něm žádné objekty k demolici ani dřeviny.

g) požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa (dočasné/trvalé)

Stávající pozemek je zahrnut do zemědělského půdního fondu. Z toho důvodu bylo nutné část pozemku vyjmout ze zemědělského půdního fondu.

h) územně technické podmínky (zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu)

V blízkosti pozemku se nachází přípojky vodovodu, splaškové a dešťové kanalizace a přípojka NN, dále se na pozemku nachází vysokotlaké vedení plynu.

Připojení ke stávajícím inženýrským sítím bude provedeno dle požadavků správců sítí.

Příjezd na pozemek bude realizován novým sjezdem ze stávající komunikace na parc. č. 1280/9.

i) věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Věcné a časové vazby ani související investice nejsou známy.

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Účel stavby:	bydlení
Počet bytových jednotek:	1 byt. jednotka
Počet uživatelů:	4 osoby
Zastavěná plocha:	145,16 m ²
Obestavěný prostor:	844,70 m ³
Užitná plocha:	193,71 m ²

B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

a) urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení

Stavba je situována na konci zastavěné části města Blanska. Jedná se o samostatně stojící objekt se vstupem ze severní strany objektu. Stavba je navržena v souladu s místními územními regulativy a v podobném urbanistickém a architektonickém řešení jako sousední stavby.

b) architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení

SO 01 RODINNÝ DŮM

Objekt rodinného domu je navržen jako samostatně stojící dvoupodlažní nepodsklepený objekt s garáží. Hlavní vstup je navržen ze severní strany objektu. Je chráněn přesahem střechy. Střecha je sedlová se sklonem 35° , přesahuje nad garáž a nad vstup objektu. Na střechu je navržena krytina Tondach typ Francouzská 12 s odstínem Engoba černá.

Svislé zděné konstrukce budou ze zdiva Porotherm 44 T profi na maltu porotherm profi s nosným systémem obvodových a vnitřních stěn se ztužujícími železobetonovými věnci. Stropní konstrukce mezi 1.NP a 2.NP bude z keramických nosníků a keramických vložek POT 160×175 . Stropní a střešní konstrukce nad 2. NP bude tvořena dřevěnými profily a sádkartonovým podhledem ze spodní strany. Fasádní nátěr bude realizován tenkovrstvou omítkou baumit neotop ve světle béžovém odstínu. Po celém obvodu objektu je proveden obklad keramickými pásky tmavě šedé barvy šířky 0,5 m.

Vstupní dveře budou plastové bílé barvy z profilu Veka Softline 82 AD.

Vstupní dveře mají součinitel prostupu tepla $U_d = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Okna a balkónové dveře budou bílé barvy plastová z profilu Veka Softline 82 MD.

Součinitel prostupu tepla oken je $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, balkónové dveře mají $U_w = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Garážová vrata na západní straně budou v šedé barvě typu Trido easy. Na východní straně budovy budou křídlová garážová vrata v šedé barvě Trido.

SO 02 ZPEVNĚNÉ PLOCHY, SJEZD

Na východní straně objektu bude realizovaná terasa z betonové dlažby Best klasiko 60 šedé barvy. Před vstupem do objektu a garáže objektu bude použita také dlažba Best klasiko 60 šedé barvy. Tato dlažba bude použita i na chodník pro přístup k domu ze stávající komunikace. Na příjezdovou plochu ke garáži budou použity zatravnovací dlaždice typu Lite v šedé barvě $60 \times 40 \times 4 \text{ cm}$.

SO 03 OPLOCENÍ

Na západní části pozemku směrem do ulice bude použito oplocení z ocelových sloupků s dřevěnou výplní. Sloupky budou natřeny šedou barvou, dřevěná výplň bude v přírodní barvě. Na ostatních místech pozemku bude použito poplastované drátěné oplocení v zelené barvě.

B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

Rodinný dům je určen k pobytu osob. V objektu nebude žádné výrobní zařízení.

B.2.4 Bezbariérové užívání stavby

Bezbariérové užívání stavby není pro rodinný dům požadováno dle vyhlášky 398/2009 Sb. [8], zvláštní požadavky na bezbariérové užívání objektu.

B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby

Objekt je navržen v souladu s bezpečným užíváním stavby. Návrh se snaží minimalizovat nebezpečí uklouznutí, pádu, nárazu a dalších nebezpečných situací, které mohou nastat při používání objektu.

B.2.6 Základní charakteristika objektu

a) stavební řešení

SO 01 RODINNÝ DŮM

Objekt rodinného domu je navržen jako samostatně stojící dvoupodlažní nepodsklepený objekt s garáží. Hlavní vstup je navržen ze severní strany objektu a je chráněn přesahem střechy.

První nadzemní podlaží je navrženo jako společenská část domu, kde je světlá výška 2780 mm. Za vstupními dveřmi se nachází zádveří, vedle kterého je umístěna šatna, ze zádveří se vchází na chodbu. Z chodby je přímý vstup do druhého patra, obývacího pokoje s jídelním koutem a jídelní kout je propojen s kuchyní. Z obývacího pokoje je možné vystoupit dvoukřídlými balkonovými dveřmi na terasu. Dále je z chodby vstup do koupelny a technické místnosti, kde je umístěno veškeré technické vybavení domu.

Druhé patro rodinného domu je řešeno jako soukromá část domu. Z 1. NP se vstupuje po schodišti do chodby v 2.NP. Světlá výška 2. NP je 2635 mm. V druhém patře domu se nacházejí 3 pokoje, 2 šatny, kdy ve druhé šatně domu bude umístěna pračka se sušičkou. Dále se na patře nachází koupelna. Na chodbě v 2. NP je navržen výlez do půdního prostoru.

Půdní prostor není navržen na pohyb osob. Počítá se pouze s možností uložení věcí v části půdy. V pochozí části je navržen dřevěný záklop. Zbytek půdy bude bez pochozí podlahy. Na půdě je umístěn výlez na střechu pro obsluhu anténního systému STA a komína.

SO 02 ZPEVNĚNÉ PLOCHY, SJEZD

Na východní straně objektu bude realizovaná terasa z betonové dlažby Best klasiko 60 šedé barvy. Před vstupem do objektu a garáže objektu bude použita také dlažba Best klasiko 60 šedé barvy. Tato dlažba bude použita i na chodník pro přístup k domu ze stávající komunikace. Na příjezdovou plochu ke garáži budou použity zatravnovací dlaždice typu Lite v šedé barvě 60 × 40 × 4 cm.

SO 03 OPLOCENÍ

Na západní části pozemku směrem do ulice bude použito oplocení z ocelových sloupků s dřevěnou výplní. Sloupky budou natřeny šedou barvou, dřevěná výplň bude v přírodní barvě. Na ostatních místech pozemku bude použito poplastované drátěné oplocení v zelené barvě.

b) konstrukční a materiálové řešení

Při návrhu objektu rodinného domu jsou využity tradiční technologie a postupy. Objekt je zděný s nosným systémem obvodových a vnitřních stěn s využitím ztužujících železobetonových věnců. Stropní konstrukce mezi 1.NP a 2.NP bude z keramických nosníků a keramických vložek POT 160 × 175. Stropní a střešní konstrukce nad 2. NP bude tvořena dřevěnými profily a sádkartonovým podhledem ze spodní strany.

Základové konstrukce:

Zakládací hloubka je navržena tak, aby bylo ve všech místech základových konstrukcí dosaženo požadované nezámrzné hloubky a zároveň byla zohledněna únosnost podloží.

Založení objektu je navrženo na základových pásech z betonu C 12/15. Vyztužení základových pásů bude provedeno podélnými pruty Ø 8 mm. Základové pásy jsou zhotoveny u obvodového zdiva, vnitřních nosných stěn, u schodiště a pod patkou sloupu u garáže. Základové pásy obvodových konstrukcí jsou navrženy jako jednostupňové betonované do výkopu, stejně tak je řešena i stěna mezi garáží a samotnou budovou. Základové pásy vnitřních nosných stěn a schodiště jsou navrženy dvoustupňové betonované přímo do výkopu. Základové konstrukce budou natřeny penetračním nátěrem a na něj bude natažen hydroizolační pás Elastobit PR S 50H.

Obvodové stěny:

Obvodové stěny jsou tvořeny omítaným jednovrstvým nosným zdivem POROTHERM 44 T Profi. Venkovní omítka je pásovitá fasádní Baumit, nanesená přes penetrační nátěr na lepící hmotu Baumit ProContact se síťovinou. Pod lepící hmotou je nanesena Baumit thermo omítka s přednástrikem na zdivo. Vnitřní omítka je navržena Baumit hlazená omítka.

Stěna mezi Garáží a budovou:

Stěna je tvořena zdivem POROTHERM 30 Profi na maltu Porotherm Profi. Omítky jsou z obou stran stejné interiérové hlazené Baumit omítky.

Vnitřní stěny nosné i nenosné:

Jsou realizovány ze systému Porotherm 24, 14, 11,5 Profi, spojeny maltou Porotherm Profi. Omítnuté jsou z obou stran hlazenou Baumit omítkou.

Stropní konstrukce:

Stropní konstrukce mezi 1.NP a 2.NP bude z keramických nosníků a keramických vložek POT 160 × 175 se 60 mm nadbetonávkou, která bude vyztužena armovací sítí a zalita betonem C 20/25. Keramické nosníky budou umístěny ve vzdálenosti 625 mm. Na tyto nosníky budou umístěny vložky Miako 15/62,5 PTH. Ve stropní konstrukci budou provedeny otvory pro TZB a v místě napojení schodiště. Tyto otvory budou vyplněny dobetonávkou a budou vyztuženy armovací sítí. Kompletní skladba stropu je patrná ze skladby konstrukcí (viz příloha č. 2).

Stropní a střešní konstrukce nad 2. NP bude tvořena dřevěnými profily a sádkartonovým podhledem ze spodní strany.

Překlady:

U obvodových stěn a nosných stěn jsou tvořeny překlady typu Porotherm KP 7, u nenosných příček jsou použity překlady Porotherm KP 11,5.

Střecha:

Střecha je sedlová se štítů a sklonem 35°, která přesahuje nad garáž a vstup objektu.

Krov je kleštinové konstrukce z hraněného řeziva. Na podélných stěnách jsou navrženy pozednice o rozměrech 140 × 140 mm, střední vaznice s rozměry 140 × 180 mm budou uloženy od štítových stěn tl. 440 mm. Krokve o rozměrech 100 × 180 mm budou uloženy na pozednice a vaznice. Na střechu je navržena krytina Tondach typ Francouzská 12 s odstínem Engoba černá.

Schodiště:

Navrženo železobetonové monolitické s rozměry 2550 × 2250 × 3100 mm. Schodiště je navrženo s 18-ti stupni. Kotvení schodiště bude provedeno do betonového pásu základu vnitřních nosných stěn a stropní konstrukce. Na schodišťové stupně bude umístěn dřevěný bukový obklad tl. 18 mm.

Výplně otvorů:

Vstupní dveře budou plastové bílé barvy z profilu Veka Softline 82 AD.

Vstupní dveře mají prostup tepla $U_d = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Okna a balkónové dveře budou bílé barvy plastová z profilu Veka Softline 82 MD.

Součinitel prostupu tepla oken je $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, balkónové dveře $U_w = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Garážová vrata na západní straně budou v šedé barvě typu Trido easy. Na východní straně budovy budou křídlová garážová vrata v šedé barvě Trido.

c) mechanická odolnost a stabilita

Objekt je navržen z materiálů, které mají prokázáno dostatečnou odolnost po dobu požadované životnosti objektu.

B.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení

a) technické řešení

Pro vytápění objektu je navrženo tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C – země/voda. Jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo bude sloužit plošný zemní kolektor.

Dále pro zajištění co nejnižších nákladů na provoz objektu je navržena Hybridní fotovoltaická elektrárna JA SOLAR 7,5 kWp / 8kW, která je vhodná pro klasické rodinné domy. Výhodou návrhu tohoto hybridního systému je, že téměř celá vyrobená elektřina z fotovoltaických panelů je použita pro vlastní spotřebu, a to buď ve formě elektrické energie, nebo bude využita pro přitápění k ohřevu teplé užitkové vody (TUV). Fotovoltaické panely budou umístěny na sedlové střeše s orientací směrem na jih.

Tepelné čerpadlo:

Jako zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C – země/voda, jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo bude sloužit plošný zemní kolektor.

Zdroj tepla má v sobě vestavěný zásobník na 190 l, tento zásobník dostatečně postačuje a poskytuje rezervu i pro více než 4 osoby (výhled). Dále se na pozemku nabízí možnost vybudování bazénu.

Technické provedení zemního kolektoru bude „skandinávské“ tzn. dimenze potrubí $40 \times 3,7$, délka smyček 300 m, rozteč mezi potrubím 1 m.

Hloubka uložení bude od 1,1 do 1,5 m.

Návrh zemního kolektoru bude respektovat požadavky a doporučení uvedené v německé normě VDI 4640 [9].

Fotovoltaická elektrárna:

Je navržena hybridní fotovoltaická elektrárna JA SOLAR 7,5 kWp / 8kW, která je vhodná pro klasické rodinné domy. Výhodou návrhu tohoto hybridního systému je, že téměř celá vyrobená elektřina z fotovoltaických panelů je použita pro vlastní spotřebu, a to buď ve formě elektrické energie, nebo pro přitápění k ohřevu TUV. Fotovoltaické panely budou

umístěny na sedlové střeše s orientací směrem na jih. Při výběru typu hybridní fotovoltaické elektrárny byla využita literatura od Matuška T., Libra, M. a Poulek V., Haselhuhn, R. [10,11,12] a stránky dodavatele hybridní fotovoltaické elektrárny www.solarni-panely.cz [13].

b) výčet technických a technologických zařízení

Nejsou řešena.

B.2.8 Požárně bezpečnostní řešení

a) rozdělení stavby a objektů do požárních úseků

Přesným popisem stavby z hlediska požární bezpečnosti se zabývá požárně bezpečnostní řešení stavby (PBR), které není předmětem této dokumentace.

b) výpočet požárního rizika a stanovení stupně požární bezpečnosti

Není předmětem této práce.

c) zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a stavebních výrobků včetně požadavků na zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí

Není předmětem této práce.

d) zhodnocení evakuace osob včetně vyhodnocení únikových cest

Zhodnocení evakuace osob a vyhodnocení únikových cest je provedeno dle Vyhlášky č. 268/2011 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb [14]. Řeší požárně bezpečnostní řešení stavby, které není předmětem této práce.

e) zhodnocení odstupových vzdáleností a vymezení požárně nebezpečného prostoru

Objekt rodinného domu je samotně stojící a je v bezpečné vzdálenosti od okolní zástavby. Detailně zhodnocení řeší PBR stavby, které není předmětem této práce.

f) zajištění potřebného množství požární vody, popřípadě jiného hasiva, včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrných míst

Vnitřní odběrná místa nejsou realizovaná dle ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou [15] a Vyhlášky č. 268/2011 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb [14].

Vnější odběrné místo (výtokový stojan) pro zásobování požární techniky se nachází na ulici Zdíkova, vzdálené 450 m od objektu rodinného domu.

Detailně řeší PBR stavby, které není předmětem této práce.

g) zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu (přístupové komunikace, zásahové cesty)

Příjezdová cesta je zpevněná a je dostatečné šířky pro příjezd vozidel pro provedení požárního zásahu. U vlastního objektu je veřejné prostranství o šířce 8 m.

Detailně řeší PBŘ stavby, které není předmětem této práce.

h) zhodnocení technických a technologických zařízení stavby (rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení)

Technická zařízení stavby mají požadované vlastnosti a při závěrečné kontrolní prohlídce budou doloženy typové listy a protokoly o montáži, dokladující požadované vlastnosti zařízení. Detailně řeší PBŘ stavby, které není předmětem této práce.

i) posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními

Přesným posouzením požadavků na zabezpečení stavby z hlediska PBŘ se zabývá požárně bezpečnostní řešení stavby, které není předmětem této dokumentace.

j) rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek

Není předmětem této práce.

B.2.9 Zásady hospodaření s energiemi

a) kritéria tepelně technického hodnocení

Konstrukce objektu splňují požadavek $U_{\text{rec},20}$ uvedený v normě ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov [1], dále byla respektována vyhláška č. 78/2013 Sb. a směrnice evropského parlamentu a rady 2010/31/EU [16,17]. Pro posouzení konstrukcí byl proveden výpočet přestupu tepla jednotlivými konstrukcemi, tento výpočet byl proveden v programu Teplo 2015 [S1].

b) energetická náročnost stavby

Dle posouzení obálky budovy objekt spadá do třídy energetické náročnosti B. Posouzení obálky energetické náročnosti budovy bylo provedeno v programu Ztráty [S2].

c) posouzení využití alternativních zdrojů energií

Pro vytápění objektu je navrženo tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C – země/voda, jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo bude sloužit plošný zemní kolektor.

Dále pro zajištění co nejnižších nákladů na provoz objektu je navržena Hybridní fotovoltaická elektrárna JA SOLAR 7,5 kWp / 8kW, která je vhodná pro klasické rodinné domy. Výhodou návrhu tohoto hybridního systému je, že téměř celá vyrobená elektřina z fotovoltaických panelů je použita pro vlastní spotřebu, a to buď ve formě elektrické

energie, nebo bude využita pro přitápění k ohřevu TUV. Fotovoltaické panely budou umístěny na sedlové střeše orientací směrem na jih.

B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí.

Zásady řešení parametrů stavby (větrání, vytápění, osvětlení, zásobování vodou, odpadů apod.) a dále zásady vlivu stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod.)

V objektu je navrženo přirozené větrání přes otvorové výplně, v kuchyni je navržena digestoř s potrubím vedoucí přes obvodovou stěnu do venkovního prostoru, otvor bude chráněn mřížkou. Otvorové výplně jsou navrženy v dostatečné velikosti a počtu, zajišťují dostatečné proslunění interiéru. V souladu s normou ČSN EN 15 251 [18].

Vytápění bude zajištěno otopnou soustavou s podlahovým vytápěním. Jako zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C. Dodávka pitné vody je z veřejného vodovodu. Likvidace komunálního odpadu bude zajištěna pravidelným svozem odpadů zajištěný městem Blanskem.

B.2.11 Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

a) ochrana před pronikáním radonu z podloží

Dle radonové mapy [6] bude objekt umístěn na pozemku s nízkým radonovým indexem. Nejsou nutné žádné zvláštní ochrany proti průniku radonu do objektu, postačuje navrhnutá izolace proti vodě Elastobit PR S 50H.

b) ochrana před bludnými proudy

Nepředpokládá se výskyt bludných proudů. Není navržena ochrana před bludnými proudy.

c) ochrana před technickou seismicitou

Stavba je umístěna v okrajové části města Blanska, kde se nenachází technická seismicity. Není nutné navrhovat ochranu proti působení technické seismicity.

d) ochrana před hlukem

Objekt rodinného domu leží v okrajové části města Blanska, proto nevyžaduje opatření proti zvýšenému hluku z okolí. Obvodové zdivo a výplně okenních otvorů splňují požadavky na vzduchovou neprůzvučnost dle ČSN 73 0532 [19].

e) protipovodňová opatření

Stavba se nenachází v záplavovém území.

f) ostatní účinky (poddolování, výskyt metanu apod.)

Nevyskytují se.

B.3 Připojení na technickou infrastrukturu

a) napojovací místa technické infrastruktury, přeložky

V blízkosti pozemku se nachází přípojky vodovodu, splaškové a dešťové kanalizace a přípojka NN, dále se na pozemku nachází vysokotlaké vedení plynu.

Připojení ke stávajícím inženýrským sítím bude provedeno dle požadavků správců sítí.

b) připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky

Do objektu rodinného domu budou přivedeny tyto přípojky:

- elektrické vedení NN – kabel CYKY 4 × 16 J v délce 28 m
- vodovod – potrubí HDPE 100 32 × 4,4 v délce 28 m
- dešťová kanalizace – potrubí KG 150 v délce 21 m
- splašková kanalizace – potrubí KF 150 v délce 23 m

B.4 Dopravní řešení

a) popis dopravního řešení

Příjezd na pozemek bude realizován novým sjezdem ze stávající komunikace na parc. č. 1280/9.

b) napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Bude realizováno novým sjezdem ze stávající komunikace na parc. č. 1280/9.

c) doprava v klidu

V objektu rodinného domu je navržena garáž. Dále je možné parkovat na zpevněné ploše před garáží.

d) pěší a cyklistické stezky

Není předmětem dokumentace.

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

a) terénní úpravy

Zemní práce započnou skrývkou ornice do hloubky cca 0,3 m. Ornice se uloží na parc. č. 1281 na deponii. Po skončení stavebních prací budou provedeny terénní úpravy pozemku a následně zatravnění a další vegetační úpravy.

b) použité vegetační prvky

Nejsou předmětem této práce.

c) biotechnická opatření

Nejsou předmětem této práce.

B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

a) vliv na životní prostředí – ovzduší, hluk, voda, odpady a půda

Při výstavbě ani provozu stavby nebude docházet ke znečišťování ovzduší ani nadměrnému hluku. Veškeré odpady ze stavby budou evidovány. Likvidace odpadů bude provedena dle ustanovení zákona č. 223/2015 Sb. [20] a vyhlášky č. 93/2016 Sb. [21].

Zemní práce započnou skrývkou ornice do hloubky cca 0,3 m. Ornice se uloží na parc. č. 1281 na deponii. Po skončení stavebních prací budou provedeny terénní úpravy pozemku a následně zatravnění a další vegetační úpravy.

b) vliv na přírodu a krajinu (ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů apod.), zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině

Pozemek není v současné době využíván, nenachází se na něm žádné objekty k demolici ani dřeviny, chráněné rostliny a živočichové.

c) vliv na soustavu chráněných území Natura 2000

Stavba se nenachází a nemá vliv na chráněná území Natura 2000.

d) návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA

Není řešeno.

e) navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů

Nejsou navržena.

B.7 Ochrana obyvatelstva

Splnění základních požadavků z hlediska plnění úkolů ochrany obyvatelstva.

Nedojde k ohrožení obyvatelstva. Staveniště bude oploceno, na pozemek nebudou mít přístup nepoučené a cizí osoby.

B.8 Zásady organizace výstavby

a) potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění

Na stavbě bude umístěn staveništní rozvaděč, který bude připojen na nově zbudovaný elektroměrový pilíř. Pilíř bude napojený na NN přípojku na hranici pozemku.

Voda bude odebírána ze stávající přípojky na hranici pozemku.

Doprava materiálů na stavbu bude probíhat z blízkých lokalit.

b) odvodnění staveniště

Pozemek je mírně svažité a dešťová voda se bude vsakovat do terénu.

c) napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu

Napojení staveniště bude realizováno ze stávající komunikace na parc. č. 1280/9.

d) vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky

Stavba rodinného domu nebude zatěžovat okolí nadměrným prachem, hlukem, otřesy atd. V případě znečištění přilehlé komunikace bude tato komunikace neprodleně uklizena. Veškeré odpady ze stavby budou evidovány. Likvidace odpadů bude provedena dle ustanovení zákona č. 223/2015 Sb. [20] a vyhlášky č. 93/2016 Sb. [21].

e) ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin

Staveniště bude oploceno s výškou oplocení min 1,8 m, na pozemek nebudou mít přístup nepoučené a cizí osoby. Asanace, demolice ani kácení dřevin nesouvisí s předmětnou stavbou.

Pozemek není v současné době využíván, nenachází se na něm žádné objekty k demolici ani dřeviny.

f) maximální zábory pro staveniště – dočasné/trvalé

Skladovaný materiál a použitá mechanizace se budou nacházet na pozemku parc. č. 1281 ve vlastnictví investora. Není nutný ani dočasný zábor.

g) maximální produkovaná množství a druhy odpadu a emisí při výstavbě, jejich likvidace

Veškeré odpady ze stavby budou evidovány. Likvidace odpadů bude provedena dle ustanovení zákona č. 223/2015 Sb. [20] a vyhlášky č. 93/2016 Sb. [21].

h) bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin

Zemní práce započnou skrývkou ornice do hloubky cca 0,3 m. Ornice se uloží na parc. č. 1281 na deponii. Dále budou provedeny výkopy pro výstavbu základových pásů, inženýrských sítí. Veškerá vytěžená zemina bude použita k vyrovnání terénních nerovností, případně rozprostřena po pozemku.

Po skončení stavebních prací budou provedeny terénní úpravy pozemku a následně zatravnění a další vegetační úpravy.

i) ochrana životního prostředí při výstavbě

Výstavba nebude mít negativní vliv na životní prostředí.

j) zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi, posouzení potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví podle jiných právních předpisů

Před vlastní výstavbou bude zpracován projekt BOZP, který posoudí potřebu koordinátora BOZP. Realizace stavby bude prováděna s ohledem na dodržení všech platných BOZP předpisů.

k) úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb

Bezbariérové užívání stavby není pro rodinný dům požadováno dle vyhlášky 398/2009 Sb., zvláštní požadavky na bezbariérové užívání objektu [8].

l) zásady pro dopravní inženýrská opatření

Vzhledem k rozsahu stavby není řešeno.

m) stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby (provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.)

Vzhledem k rozsahu stavby není řešeno.

n) postup výstavby, rozhodující dílčí termíny

Zahájení stavby: září 2017

Dokončení stavby: prosinec 2018

Kolaudace stavby: leden 2019

Stavba nebude členěna na etapy.

Postup výstavby:

- vytyčení objektu, vytyčení stávajících inženýrských sítí
- zřízení sjezdu z komunikace
- zřízení staveniště, oplocení staveniště
- skřívka ornice
- provedení výkopů pro zřízení nových přípojek NN, vodovodu, kanalizace
- zemní práce, bednění, základové pásy, základová deska
- hydroizolace základové desky
- svislé zděné konstrukce 1.NP
- betonáž věnců
- nosná stropní konstrukce, hydroizolace
- svislé zděné konstrukce 2.NP
- montáž krovu, střešní krytiny
- montáž výplní otvorů
- vnitřní zděné konstrukce
- napojení objektu na rozvodnou síť NN, vodovodu, kanalizace
- vnitřní rozvody vodovodu, kanalizace, elektroinstalace, vytápění
- omítky, obklady, dlažby, podlahy
- dokončovací práce na vodovodu, kanalizaci, elektroinstalaci, vytápění
- finální úpravy povrchů, osazení truhlářských prvků
- provedení revizí a protokolů na vodovodu, kanalizaci, elektroinstalaci, vytápění
- zpevněné plochy, oplocení objektu
- terénní úpravy
- likvidace staveniště

C. SITUAČNÍ VÝKRESY

C.1 Situační výkres širších vztahů

Není řešeno.

C.2 Celkový situační výkres

Není řešeno.

C.3 Koordinační situační výkres

C.3 - Koordinační situační výkres - M 1:250

D. DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ

D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu

D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

- a) **Technická zpráva** (architektonické, výtvarné, materiálové, dispoziční a provozní řešení, bezbariérové užívání stavby; konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby; stavební fyzika – tepelná technika, osvětlení, oslnění, akustika/hluk, vibrace – popis řešení, výpis použitých norem)

Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Účel stavby:	bydlení
Počet bytových jednotek:	1 byt. jednotka
Počet uživatelů:	4 osoby
Zastavěná plocha:	145,16 m ²
Obestavěný prostor:	844,70 m ³
Užitná plocha:	193,71 m ²

Architektonické, výtvarné, materiálové řešení

SO 01 RODINNÝ DŮM

Objekt rodinného domu je navržen jako samostatně stojící dvoupodlažní nepodsklepený objekt s garáží. Hlavní vstup je navržen ze severní strany objektu. Je chráněn přesahem střechy. Střecha je sedlová se sklonem 35°, přesahuje nad garáž a vstup objektu. Na střechu je navržená krytina Tondach typ Francouzská 12 s odstínem Engoba černá.

Svislé zděné konstrukce budou zděné ze zdiva Porotherm 44 T profi na maltu Porotherm profi s nosným systémem obvodových a vnitřních stěn se ztužujícími železobetonovými věnci. Stropní konstrukce mezi 1.NP a 2.NP bude z keramických nosníků a keramických vložek POT 160 × 175. Stropní a střešní konstrukce nad 2. NP bude tvořena dřevěnými profily a sádkartonovým podhledem ze spodní strany. Fasádní nátěr bude realizován tenkovrstvou omítkou baumit neotop ve světle béžovém odstínu. Po celém obvodu objektu je proveden obklad keramickými pásky tmavě šedé barvy šířky 0,5m.

Vstupní dveře budou plastové bílé barvy z profilu Veka Softline 82 AD.

Vstupní dveře mají prostup tepla $U_d = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Okna a balkónové dveře budou bílé barvy plastová z profilu Veka Softline 82 MD.

Součinitel prostupu tepla oken je $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, balkónové dveře $U_w = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Garážová vrata na západní straně budou v šedé barvě typu Trido easy. Na východní straně budovy budou křídlová garážová vrata v šedé barvě Trido.

SO 02 ZPEVNĚNÉ PLOCHY, SJEZD

Na východní straně objektu bude realizovaná terasa z betonové dlažby Best klasiko 60 šedé barvy. Před vstupem do objektu a garáže objektu bude použita také dlažba Best klasiko 60 šedé barvy. Tato dlažba bude použita i na chodník pro přístup k domu ze stávající komunikace. Na příjezdovou plochu ke garáži budou použity zatravnovací dlaždice typu Lite v šedé barvě $60 \times 40 \times 4 \text{ cm}$.

SO 03 OPLOCENÍ

Na západní části pozemku směrem do ulice bude použito oplocení z ocelových sloupků s dřevěnou výplní. Sloupky budou natřeny šedou barvou, dřevěná výplň bude v přírodní barvě. Na ostatních místech pozemku bude použito poplastované drátěné oplocení v zelené barvě.

Dispoziční a provozní řešení

Rodinný dům je určen k pobytu osob. V objektu nebude žádné výrobní zařízení.

Bezbariérové užívání stavby

Bezbariérové užívání stavby není pro rodinný dům požadováno dle vyhlášky 398/2009 Sb., zvláštní požadavky na bezbariérové užívání objektu [8].

Konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby

a) stavební řešení

Objekt rodinného domu je navržen jako samostatně stojící dvoupodlažní nepodsklepený objekt s garáží. Hlavní vstup je navržen ze severní strany objektu. Je chráněn přesahem střechy.

První nadzemní podlaží je navrženo jako společenská část domu, kde je světlá výška 2780 mm. Za vstupními dveřmi se nachází zádveří, vedle kterého je umístěna šatna, ze zádveří se vchází na chodbu. Z chodby je přímý vstup do druhého patra, obývacího pokoje s jídelním koutem a jídelní kout je propojen s kuchyní. Z obývacího pokoje je možné vystoupit dvoukřídlými balkonovými dveřmi na terasu. Dále je z chodby vstup do koupelny a technické místnosti, kde je umístěno veškeré technické vybavení domu.

Druhé patro rodinného domu je řešeno jako soukromá část domu. Z 1. NP se vstupuje po schodišti do chodby v 2.NP. Světlá výška 2. NP je 2635 mm. V druhém patře domu se nacházejí 3 pokoje, 2 šatny, kdy ve druhé šatně domu bude umístěna pračka se sušičkou. Dále se na patře nachází koupelna. Na chodbě v 2. NP je navržen výlez do půdního prostoru.

Půdní prostor není navržen na pohyb osob. Počítá se pouze s možností uložení věcí v části půdy. V pochozí části je navržen dřevěný záklop. Zbytek půdy bude bez pochozí podlahy. Na půdě je umístěn výlez na střechu pro obsluhu anténního systému STA a komína.

b) konstrukční a materiálové řešení

Při návrhu objektu rodinného domu jsou využity tradiční technologie a postupy. Objekt je zděný s nosným systémem obvodových a vnitřních stěn s využitím ztužujících železobetonových věnců. Stropní konstrukce mezi 1.NP a 2.NP bude z keramických nosníků a keramických vložek POT 160 × 175. Stropní a střešní konstrukce nad 2. NP bude tvořena dřevěnými profily a sádkartonovým podhledem ze spodní strany.

Základové konstrukce:

Zakládací hloubka je navržena tak, aby bylo ve všech místech základových konstrukcí dosaženo požadované nezámrzné hloubky a zároveň byla zohledněna únosnost podloží.

Založení objektu je navrženo na základových pásech z betonu C 12/15. Vyztužení základových pásů bude provedeno podélnými pruty Ø 8 mm. Základové pásy jsou zhotoveny u obvodového zdiva, vnitřních nosných stěn, u schodiště a pod patkou sloupu u garáže. Základové pásy obvodových konstrukcí jsou navrženy jako jednostupňové betonované do výkopu, stejně tak je řešena i stěna mezi garáží a samotnou budovou. Základové pásy vnitřních nosných stěn a schodiště jsou navrženy dvoustupňové betonované přímo do výkopu. Na základové konstrukce budou natřeny penetračním nátěrem a na něj bude nataven hydroizolační pás Elastobit PR S 50H.

Obvodové stěny:

Obvodové stěny jsou tvořeny omítaným jednovrstvým nosným zdivem POROTHERM 44 T Profi. Venkovní omítka je pásovitá fasádní Baumit omítka, nanesená přes penetrační nátěr na lepící hmotu Baumit ProContact se síťovinou. Pod lepící hmotou je nanesena Baumit thermo omítka s přednástříkem na zdivo. Vnitřní omítka je navržena Baumit hlazená omítka.

Stěna mezi Garáží a budovou:

Stěna je tvořena zdivem POROTHERM 30 Profi na maltu Porotherm Profi. Omítky jsou z obou stran stejné interiérové hlazené Baumit omítky.

Vnitřní stěny nosné i nenosné:

Jsou realizovány ze systému porotherm 24, 14, 11,5 Profi spojeny maltou Porotherm Profi. Omítnuté jsou z obou stran hlazenou Baumit omítkou.

Stropní konstrukce:

Stropní konstrukce mezi 1.NP a 2.NP bude z keramických nosníků a keramických vložek POT 160 × 175 se 60 mm nadbetonávkou, která bude vyztužena armovací sítí a zalita betonem C 20/25. Keramické nosníky budou umístěny ve vzdálenosti 625 mm. Na tyto nosníky budou umístěny vložky Miako 15/62,5 PTH. Ve stropní konstrukci budou provedeny otvory pro TZB a v místě napojení schodiště. Tyto otvory budou vyplněny dobetonávkou a budou vyztuženy armovací sítí. Kompletní skladba stropu je patrná ze skladby konstrukcí (viz příloha č. 2).

Stropní a střešní konstrukce nad 2. NP bude tvořena dřevěnými profily a sádkartonovým podhledem ze spodní strany. Detailní výkresy uložení stropních konstrukcí na obvodové a nosné stěny jsou uvedeny na stránkách výrobce Wienerberger [22].

Překlady:

U obvodových stěn a nosných stěn jsou tvořeny překlady typu Porotherm KP 7, u nenosných příček jsou použity překlady Porotherm KP 11.5.

Střecha:

Střecha je sedlová se štítů a sklonem 35°, která přesahuje nad garáž a vstup objektu.

Krov je kleštinové konstrukce z hraněného řeziva. Na podélných stěnách jsou navrženy pozednice o rozměrech 140 × 140 mm, střední a vrcholová vaznice s rozměry 140 × 180 mm budou uloženy od štítových stěn tl. 440 mm. Krokve o rozměrech 100 × 180 mm budou uloženy na pozednice a vaznice. Na střechu je navržena krytina Tondach typ Francouzská 12 s odstínem Engoba černá.

Schodiště:

Navrženo železobetonové monolitické s rozměry 2550 × 2250 × 3100 mm. Schodiště je navrženo s 18-ti stupni. Kotvení schodiště bude provedeno do betonového pásu základu, vnitřních nosných stěn a stropní konstrukce. Na schodišťové stupně bude umístěn dřevěný bukový obklad tl. 18 mm. Při návrhu schodiště byla respektována norma ČSN 73 4130 [23].

Výplně otvorů:

Vstupní dveře budou plastové bílé barvy z profilu Veka Softline 82 AD.

Vstupní dveře mají prostup tepla $U_d = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Okna a balkónové dveře budou bílé barvy plastová z profilu Veka Softline 82 MD zaskleny trojsklem.

Součinitel prostupu tepla oken je $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, balkónové dveře $U_w = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Garážová vrata na západní straně budou v šedé barvě typu Trido easy. Na východní straně budovy budou křídlová garážová vrata v šedé barvě Trido.

c) mechanická odolnost a stabilita

Objekt je navržen z materiálů, které mají prokázanu dostatečnou odolnost po dobu požadované životnosti objektu.

Stavební fyzika – tepelná technika, osvětlení, oslnění, akustika/hluk, vibrace – popis řešení,

Konstrukce objektu splňují požadavek $U_{\text{rec},20}$ uvedený v normě ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov [1]. Pro posouzení konstrukcí byl proveden výpočet přestupu tepla jednotlivými konstrukcemi, tento výpočet byl proveden v programu Teplo 2015 [S1].

Dle posouzení obálky budovy objekt spadá do třídy energetické náročnosti B.

Pro vytápění objektu je navrženo tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C – země/voda, jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo bude sloužit plošný zemní kolektor.

Dále pro zajištění co nejnižších nákladů na provoz objektu je navržena Hybridní fotovoltaická elektrárna JA SOLAR 7,5 kWp / 8kW, která je vhodná pro klasické rodinné domy. Výhodou návrhu tohoto hybridního systému je, že téměř celá vyrobená elektřina z fotovoltaických panelů je použita pro vlastní spotřebu, a to buď ve formě elektrické energie, nebo bude využita pro přitápění k ohřevu TUV. Fotovoltaické panely budou umístěny na sedlové střeše orientací směrem na jih.

V objektu je navrženo přirozené větrání přes otvorové výplně, v kuchyni je navržena digestoř s potrubím vedoucí přes obvodovou stěnu do venkovního prostoru, otvor bude chráněn mřížkou.

Otvorové výplně jsou navrženy v dostatečné velikosti a počtu, zajišťují dostatečné proslunění interiéru.

Vytápění zajištěno otopnou soustavou s podlahovým vytápěním. Jako zdroj tepla navrženo tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C. Dodávka pitné vody je z veřejného vodovodu.

Likvidace komunálního odpadu bude zajištěna pravidelným svozem odpadů zajištěný městem Blanskem.

Bytový dům nebude ovlivňovat okolí hlukem, vibracemi a zvýšenou prašností.

Výkresová část

Výkresy byly provedeny dle normy ČSN 01 3420 [24] za pomoci CAD softwaru AutoCAD 2016 Studentská verze [S3].

D.1.1.1	Základy	M 1:50
D.1.1.2	Půdorys 1NP	M 1:50
D.1.1.3	Půdorys 2NP	M 1:50
D.1.1.4	Výkres stropu nad typickým podlažím	M 1:50
D.1.1.5	Řez A-A	M 1:50
D.1.1.6	Půdorys střechy	M 1:100
D.1.1.7	Pohledy	M 1:100
D.1.1.8	Schodiště	M 1:50

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

a) Technická zpráva

Není předmětem této práce, bude řešena autorizovaným statikem na základě statického výpočtu.

b) Výkresová část

Není předmětem této práce, výkresy budou navrženy autorizovaným statikem na základě statického výpočtu.

c) Statické posouzení

Není předmětem této práce, bude řešeno autorizovaným statikem.

D.1.3 Požárně bezpečnostní řešení

Není předmětem této práce.

D.1.4 Technika prostředí staveb

Úvod

V technické zprávě je řešen návrh tepelného čerpadla s podlahovým vytápěním a fotovoltaickými panely rodinného domu v Blansku.

Provozní náklady jsou náklady na pokrytí tepelné ztráty budovy. Velikost tepelné ztráty ovlivňují konstrukce, které jsou vystaveny přilehlému prostoru, jež tvoří venkovní vzduch, přilehlá zemina a nevytápěný prostor (garáž). Veškeré konstrukce objektu splňují požadavek doporučených hodnot součinitele prostupu tepla, které jsou uvedeny v normě ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov [1].

Otopná soustava je navržena jako teplovodní systém s nuceným oběhem vody. Jako zdroj tepla bude sloužit tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C – země/voda, jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo bude sloužit plošný zemní kolektor. Topný okruh pro podlahové vytápění má teplotní spád 40/35 °C.

Fotovoltaický systém bude primárně sloužit pro chod tepelného čerpadla, vytápění a chlazení, a tak není nutné uvažovat o dodávkách přebytků do distribuční soustavy. Fotovoltaické panely budou použity pro výrobu elektrické energie. Tento systém bude vybírat aktuální nejlevnější zdroj tepla na základě stavu akumulátoru, aktuální výroby z fotovoltaických panelů, teploty v zásobníku tepelného čerpadla nebo aktuální sazby nízkého tarifu elektřiny.

Účel objektu, funkční náplň, kapacitní údaje

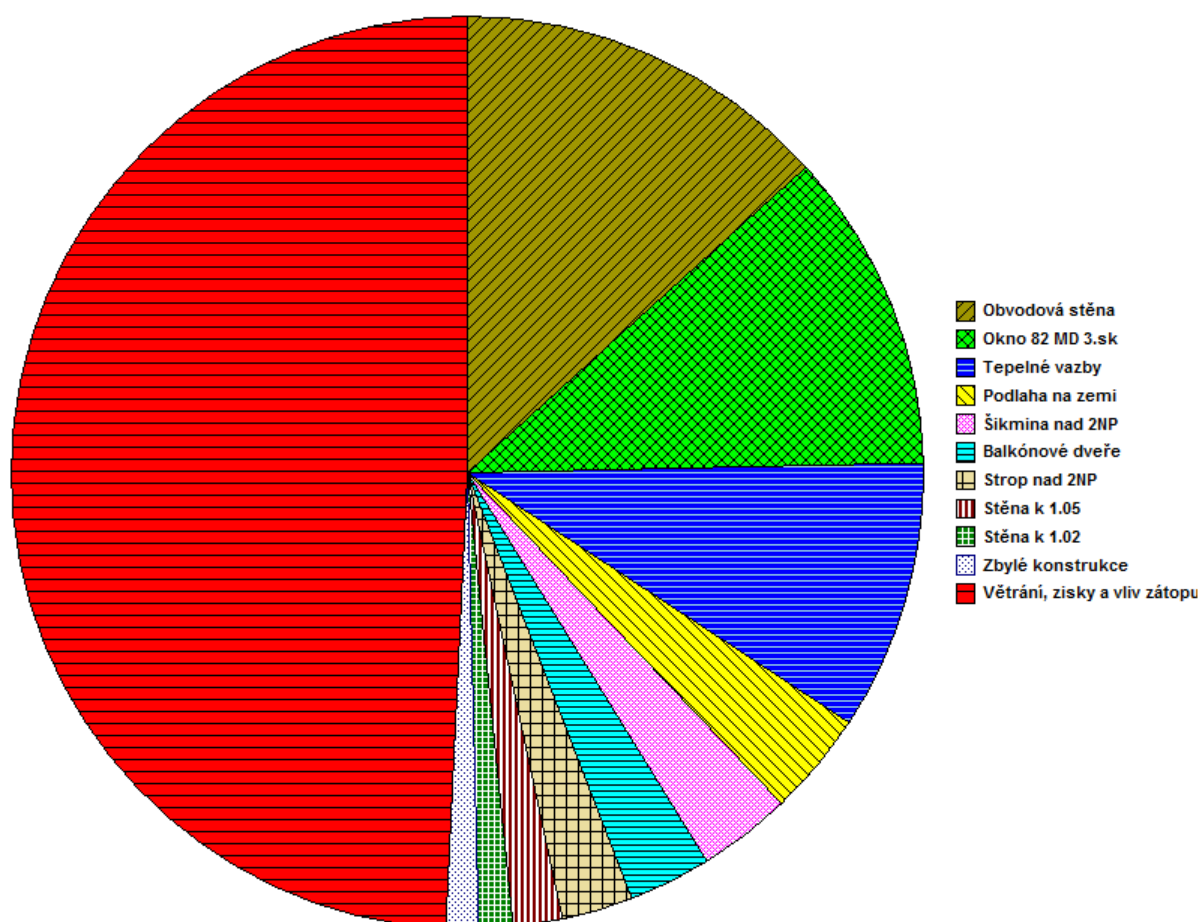
Jedná se o samostatně stojící objekt sloužící k bydlení, součástí je garáž s jedním parkovacím

místem. Vstup do objektu a garáž je umístěna na severní straně.

Počet bytových jednotek:	1 byt. jednotka
Počet uživatelů:	4 osoby
Zastavěná plocha:	145,16 m ²
Obestavěný prostor:	844,70 m ³
Užitná plocha:	193,71 m ²

Klimatické údaje, základní podklady pro výpočet, výsledné hodnoty

Oblastní výpočtová teplota:	$t_z = -15^{\circ}\text{C}$
Délka topného období:	$d = 241$ dnů
Průměrná venkovní teplota:	$t_{ev} = 3,7^{\circ}\text{C}$
Vnitřní teplota: obývací místnosti	$t_i = 20^{\circ}\text{C}$
koupelna	$t_i = 24^{\circ}\text{C}$
vytápěné vedlejší místnosti	$t_i = 15^{\circ}\text{C}$
Teplotní spád: Topný okruh pro podlahové topení	40/35 $^{\circ}\text{C}$
Tepelná ztráta objektu:	7,050 kW
Výkon otopných těles:	7,253 kW
Roční potřeba tepla na vytápění:	16,1 MWh/rok
Roční potřeba tepla na ohřev teplé vody:	6,3 MWh/rok



Graf. 1: Tepelné ztráty objektu.

Tepelná bilance objektu

Základní komplexní tepelně technické posouzení stavební konstrukce podle ČSN 730540 [1] bylo provedeno v softwaru TEPLO 2015 [S1]. Tepelná bilance objektu dle ČSN EN 12831 [26] a ČSN 730540 [1] byla stanovena pomocí softwaru ZTRÁTY 2015 [S2].

Výpočet součinitele prostupu tepla

Oblastní výpočtová teplota je stanovena vzhledem k umístění stavby v Blansku, vnitřní teploty jsou zvoleny pro obytnou budovu, která je trvale užívána.

Oblastní výpočtová teplota: $t_z = -15\text{ °C}$

Vnitřní teplota: obývací místnosti $t_i = 20\text{ °C}$ $\phi_{ai} = 50\%$

koupelna $t_i = 24\text{ °C}$ $\phi_{ai} = 70\%$

vytápěné vedlejší místnosti $t_i = 15\text{ °C}$ $\phi_{ai} = 50\%$

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} – dle sm. tepelného toku

Vodorovný tepelný odpor (obvodové zdivo, vnitřní zdivo) $R_{si} = 0,13\text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor ze spodu nahoru (střecha nad ob. pokojem) $R_{si} = 0,10\text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor shora dolů (podlaha na zemině, podlaha 1NP) $R_{si} = 0,17\text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor pro výpočet kondenzace a povrchové teploty $R_{si} = 0,25\text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru $R_{se} = 0,04\text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný tok v případě styku se zeminou $R_{se} = 0\text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný tok při výpočtu vnitřního zdiva $R_{si} = R_{se} = 0,13\text{ m}^2\text{K/W}$

Podrobný výpočet součinitele prostupu tepla je uveden v příloze č. 4 této práce.

Výpočet byl proveden v software Stavební fyzika TEPLO 2015 [S1].

Výpočet ztrát budovy po jednotlivých místnostech

Při výpočtu součinitele tepla byly stanoveny vstupní hodnoty, jako je návrhová venkovní, vnitřní teplota, návrhová relativní vnitřní a venkovní vlhkost. Stejně hodnoty jsou použity i pro výpočet tepelných ztrát budovy, kde ještě bylo nutné zadat rozměry místnosti, typ vytápění a větrání.

Je navrženo nepřerušované vytápění s převažujícím podlahovým vytápěním, výměna vzduchu je přirozená $n_{50} = 4,5\text{ l/h}$. Byla stanovena minimální hygienická výměna dle ČSN EN 15 251 a ČSN EN 12 831 [18,26] a to pro obytné místnosti $n_{min} = 0,5\text{ h}^{-1}$, pro koupelny a kuchyně $n_{min} = 1,5\text{ h}^{-1}$.

Součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce jsou uvedeny v podrobném výpočtu součinitelů prostupů tepla (viz příloha č. 4). Jsou navrženy okna s trojsklem se součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ a balkónové dveře s $U_w = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vchodové dveře jsou navrženy se součinitelem $U_d = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Výpočet ztrát konstrukcemi i větráním byl proveden pro všechny místnosti s výjimkou nevytápěné garáže. U všech místností byly definovány ztráty větráním, prostupem do zeminy prostupem do exteriéru, prostupem do nevytápěných prostor, ztráta či zisk prostupem do odlišně vytápěných místností.

Tepelná ztráta jednotlivých místností je uvedena v podrobném výpočtu tepelných ztrát objektu v příloze č. 5.

Celková tepelná ztráta objektu: 7,050 kW

Podrobný výpočet byl zpracovaný v software Stavební fyzika ZTRÁTY 2015 [S2].

Potřeba tepla pro vytápění

Pro daný objekt bylo stanoveno:

hodinová potřeba	7,050 kWh/h
denní potřeba tepla	169,2 kWh/den
roční potřeba tepla	16,1 MWh/rok

Potřeba teplé vody a potřeba tepla k přípravě teplé vody

Pro ohřev vody je navržen integrovaný nerezový zásobník o objemu 190 l. Tento zásobník je součástí navrženého tepelného čerpadla. Zásobník má větší kapacitu, než je požadována z výpočtu, to proto, že je navrhována rezerva pro více než 4 osoby (výhled). Dále se na pozemku nabízí možnost vybudování bazénu, také proto je navržena větší velikost zásobníku.

Dle normy ČSN EN 806 a ČSN 06 0320 [25,27] byla stanovena celková potřeba teplé vody. Podrobný výpočet je uveden v příloze č. 6. Jedná se o orientační výpočet spotřeby teplé vody, výslednou spotřebu teplé vody ovlivňuje chování uživatelů.

Vypočítané hodnoty:

Celkový objem zásobníku teplé vody min. 103 l – návrh 190 l (popsáno výše)

Celková potřeba teplé vody:	0,252 m ³ /den
Celková potřeba tepla – jedné periody:	19,782 kWh/den
Potřebný tepelný výkon:	0,824 kW
Roční potřeba tepla pro ohřev teplé vody:	6,3 MWh/rok

Tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C má integrovaný zásobník teplé vody. Součástí tepelného čerpadla je trojcestný rozdělovací ventil pro ohřev vody. Ohřev teplé vody má absolutní přednost, proto při požadavku na dodávku velkého množství vody, dojde k odstavení vytápění, a v tu dobu bude využit maximální výkon zdroje tepla pro ohřev TV. Tento způsob je v případě rodinného domu akceptovatelný.

Zdroj tepla pro vytápění

Jako zdroj tepla bylo navrženo tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C. Za princip zisku energie pro tepelné čerpadlo byl zvolen systém země/voda. Tepelné čerpadlo odebírá teplo prostřednictvím solankového systému s meandrovým uložením potrubí. Tento systém byl zvolen vzhledem k velké ploše pozemku.

Zdroj tepla má v sobě vestavěný zásobník na 190 l, tento zásobník dostatečně postačuje a poskytuje rezervu i pro více než 4 osoby (výhled). Dále se na pozemku nabízí možnost vybudování bazénu.

Technické provedení zemního kolektoru bude „skandinávské“ tzn. dimenze potrubí $40 \times 3,7$, délka smyček 300 m, rozteč mezi potrubím 1 m, prostřednictvím solankového systému s meandrovým uložením potrubí. Hloubka uložení bude od 1,1 do 1,5 m. Přesná hloubka uložení bude určena na základě geologických poměrů v místě stavby. Při návrhu bude respektována norma německá VDI 4640 [9].

Tepelné čerpadlo má integrovaný nerezový zásobník vody o objemu 190 litrů. Kotel je vybaven kaskádním spínáním 3–6–9 kW. Dále je součástí kotle ekvitermní regulátor REGO 2000 s IP modulem pro dálkové ovládání. V tepelném čerpadle jsou elektronicky řízená oběhová čerpadla. Rozsah výkonu TČ je regulovatelný 3 – 12 kW.

Vstupní parametry:

Tepelná ztráta objektu – návrh otopné soustavy	7,050 kW
--	----------

Tepelný výkon pro ohřev TV	0,824 kW
----------------------------	----------

Celkový požadovaný výkon zdroje tepla	7,874 kW
--	-----------------

Tepelné čerpadlo je instalováno v technické místnosti 1.05 v 1NP. Čerpadlo je vybaveno pojistným ventilem a expanzními nádobami odpovídající danému systému. Oběh topné vody je zajištěn zabudovaným čerpadlem odpovídající danému systému.

Odvod kondenzátu z čerpadla bude trvale vyústěn do kanalizace. Minimální spád kondenzačního potrubí 5° . Do kanalizace bude také zaústěno přepadové potrubí pojišťovacího ventilu.

Na vstupu studené vody do kotle bude instalován kulový kohout DN 25. Před výstup a zpátečky obou okruhů ústředního topení budou instalovány uzavírací kohouty DN 25. Na zpátečky bude naistalován filtr. Před připojením kotle do systému je nutné odstranit mechanické nečistoty (provést proplach).

Při instalaci tepelného čerpadla bude použit akumulátor IVT, a to z důvodu kombinace s fotovoltaickými panely. Navržen je 4-trubkově připojený akumulátor IVT typu BC 120/3. Technické listy a výčet prvků tepelného čerpadla v příloze č. 7.

Hybridní fotovoltaická elektrárna

Na RD bude použita Hybridní fotovoltaická elektrárna JA SOLAR 7,5 kWp / 8kW, která je určena pro rodinné domy. Výhodou návrhu tohoto hybridního systému je, že téměř celá vyrobená elektřina z fotovoltaických panelů je použita pro vlastní spotřebu, a to buď ve formě elektrické energie, nebo pro přitápění k ohřevu TUV. Fotovoltaické panely budou umístěny na sedlové střeše orientací směrem na jih.

Energie z fotovoltaických panelů bude primárně sloužit pro chod tepelného čerpadla a vytápění, tak není nutné uvažovat o dodávkách přebytků elektrické energie do distribuční soustavy. Systém bude vybírat aktuální nejlevnější zdroj tepla na základě stavu akumulátoru, aktuální výroby z fotovoltaických panelů, teploty v zásobníku tepelného čerpadla nebo aktuální sazby nízkého tarifu elektřiny.

Při výběru typu hybridní fotovoltaické elektrárny byla využita literatura od Matuška T., Libra, M. a Poulek V., Haselhuhn, R. [10,11,12] a informace z webových stránek dodavatele hybridní fotovoltaické elektrárny [13].

Pro instalaci panelů je nutné použít set roznášecí konstrukce na střechu, který roznese zatížení od nově instalovaných panelů na nosné konstrukce střechy a budovy. Celkové přetížení střechy včetně nosných konstrukcí panelů bude 900 kg. Z toho vychází, že přetížení na 1m² střechy je 16,53 kg/m², tj. 0,165 kN/m².

Propojení fotovoltaické elektrárny (FV) a tepelného čerpadla (TČ) bude provedeno přes speciální externí kontakt na TČ. Na tento kontakt se přivede signál z FV, a pokud je k dispozici výkon z FV, v tom případě TČ startuje a předejde zásobník teplé vody, a v zimě i topnou vodu, na předem nastavenou teplotu. Pokud TČ dosáhne svou maximální teplotu na výstupu, ohřívá TČ akumulátor tepla na maximální teplotu.

Technické listy a výčet prvků ze stránek dodavatele [13] jsou uvedeny v příloze č. 8.

Podlahové vytápění

Rozvody podlahového topení jsou navrženy z potrubí typu IVAR.PEXa. Rozměry potrubí 17×2 o vnitřním průměru 13 mm. Materiál trubky podlahového topení je vysokohustotní síťovaný polyetylén s difúzní kyslíkovou vrstvou EVOH označený PE-Xa. Spoje jsou provedeny svěrným šroubením řady PR. Rozvod je dělen na okruhy pro 1NP a 2NP. Pro 1NP je rozvod veden ze zdroje tepla do rozdělovače/sběrače v chodbě 1NP. Dále jsou rozvody vedeny do příslušných místností v 1NP. Hydraulická regulace je provedena na ventilech v rozdělovači/sběrači. Do 2NP je rozvod veden opět do chodby a je provedeno na ventilech v rozdělovači/sběrači. Rozdělení obou topných větví je provedeno pomocí dvoucestného rozdělovače sběrače v technické místnosti.

Sestava rozdělovače/sběrače je navržena typu IVAR.CS 553 DRS – 1 ks dvoucestného rozdělovače sběrače a typu IVAR.CS 553 VP – a 2 ks 8mi cestných rozdělovačů sběračů. Každá sestava bude obsahovat rozdělovač s regulačními šroubeními a průtokoměry, sběrač s uzavíracími ventily, upevňovací konzoly, 2 ks kulových uzávěrů se šroubením, 2 ks průchozí mezikus s automatickým odvzdušňovacím ventilem, otočným vypouštěcím ventilem a teploměrem, 2 ks zátky, instalační skříň příslušné velikosti.

Montáž podlahového topení bude provedena na systémovou desku Toptherm TOP 301 s rastrem. Potrubí bude k podkladu uchyceno pomocí spon s obvodovou dilatací po obvodu místnosti. Byl zvolen meandrový způsob pokládky potrubí, který je výhodný pro asymetrické uspořádání prostoru.

Teplota okruhu pro podlahové topení: 40/35 °C

Výkon podlahového vytápění: 6,253 kW

Podrobný výpočet a návrh teplovodního podlahového vytápění je uveden v příloze č. 9.

Návrh podlahového topení respektuje normy ČSN 06 0310, ČSN EN 12 828 [29,30].

Otopná tělesa

V koupelnách bude podlahové topení doplněno koupelnovými elektrickými žebříky.

V místnosti 1.03 se jedná o typ: Thermal KD-E 600/960 o výkonu 400 W.

V místnosti 2.05 se jedná o typ: Thermal KD-E 600/1320 o výkonu 600 W.

Trubková topná tělesa budou doplněna termostaty Trend Therma Termostat TZ 63.

Potřebný výkon koupelnových těles: 920 W

Výkon navržených koupelnových těles: 1000W

Rozvodné potrubí

Rozvody podlahového topení budou dvou-trubkové s nuceným oběhem vody. Typ rozvodného potrubí bude IVAR.PE-Xa s rozměry $25 \times 2,3$. Rozvodné potrubí vedené v podlahách nebude izolováno. Pouze bude izolováno měděné (Cu) propojovací potrubí $28 \times 1,5$ v místnosti č. 1.05 izolací ROCKWOOL Flexorock s tl. 30 mm. Výpočet byl proveden za pomoci výpočetního programu na webových stránkách www.tzb-info.cz [28] a je proveden v příloze č. 10. Při návrhu tepelné izolace potrubí byly dodrženy podmínky vyhlášky č. 193/2007 Sb. [31].

Oběhové čerpadlo

Topná soustava je navržena s nuceným oběhem. Bylo navrženo oběhové čerpadlo Grundfos Alpha 2 L 25-130 dle aplikace dostupné z webových stránek výrobce [32] (viz příloha č. 11). Toto čerpadlo bylo posouzeno pro příslušnou tlakovou ztrátu systému topení viz příloha č. 11.

Expanzní nádoba

Navržena je expanzní nádoba pro topný okruh o objemu 8 l typu Regulus HS008. Bylo provedeno posouzení expanzní nádoby dle normy ČSN 06 0830 [33]. Expanzní nádoba vyhovuje výše uvedené normě, posouzení je v příloze č. 12.

Pojistný ventil

Okruh podlahového topení je vybaven pojistným ventilem Honeywell s otevíracím přetlakem $P_{ot} = 250$ kPa. Bylo provedeno posouzení pojistného ventilu dle normy ČSN 06 0830 [33]. Pojistný ventil vyhovuje výše uvedené normě, posouzení je v příloze č. 13.

Regulace

Hydraulická regulace je provedena na ventilech v rozdělovači/sběrači. Nastavení otáček na regulačních šroubeních je provedeno dle hydraulických charakteristik výstupu rozdělovače, získaných z technických listů na webových stránkách <http://www.ivarcs.cz/> [34].

Níže uvedena tabulka nastavení rozdělovačů RS1, RS2, RS3.

Tab. 1: Nastavení rozdělovačů RS1, RS2, RS3.

Číslo místnosti:	Nastavení regulačních šroubení na těle rozdělovače RS1		Nastavení regulačních šroubení na těle rozdělovače RS2		Nastavení regulačních šroubení na těle rozdělovače RS3	
	Pozice	Otáčky	Pozice	Otáčky	Pozice	Otáčky
1.01	10	6 _{1/4}	7	1,875		
1.02			7	1,875		
1.03			7	1,875		
1.04			9	2,250		
1.06			9	2,250		
1.07			8	2,000		
1.08			9	2,250		
2.01	11	7			9	2,250
2.02					9	2,250
2.03					9	2,250
2.04					8	2,000
2.05					8	2,000
2.06					6	1,750
2.07					5	1,500

Regulace podlahového topení bude provedena pomocí prostorového termostatu umístěného v obývací místnosti 1.06. Termostat bude umístěn na vnitřní nosné stěně v obývacím pokoji, tak aby nebyl vystaven působení tepla od přímého slunečního záření a dalších zdrojů tepla, dále také nebude ochlazován prouděním studeného vzduchu např. od otevřených oken. Venkovní čidlo bude umístěno na severní stěně domu (garáž) ve výšce 2 m nad zemí.

Uvedení do provozu

Uvedení do provozu systému vytápění se provádí ihned po odborné montáži. Sestává se z proplachu kompletního systému, včetně zemního kolektoru a podlahového vytápění, následně se provede tlaková zkouška. Až po jejím úspěšném dokončení se zahájí vytápění

zkouška s hydraulickým vyregulováním celé topné soustavy. O topné zkoušce bude předán protokol. V souběhu bude provedena zkouška fotovoltaiické elektrárny, spočívající ve změření výkonu celé elektrárny, provedení měření vybíjení a nabíjení trakčního akumulátoru. Dále bude provedena regulace obou systémů (tepelného čerpadla a fotovoltaiické elektrárny) do jednoho funkčního celku, řízeného řídicí jednotkou regulátoru s IP modulem pro dálkové ovládání. Budou provedeny revizní zprávy zařízení.

D.1.5 Výkresová dokumentace

D 1.4.01 – TZB 1.NP	1:50
D 1.4.02 – TZB 2.NP	1:50
D 1.4.03 – Rozvinutý Řez	1:50
D.1.4.04 – Schéma – Tepelné čerpadlo	1:20

D.2 Dokumentace technických a technologických zařízení

Není předmětem tohoto projektu.

ZÁVĚR

Tato práce se zabývá návrhem vytápění rodinného domu v Blansku s využitím obnovitelných zdrojů energie, v tomto případě tepelného čerpadla a fotovoltaické elektrárny.

Navržené konstrukce objektu rodinného domů splňují požadavek $U_{\text{rec},20}$ uvedený v normě ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov [1].

Navržený objekt rodinného domu z konstrukčního systému Porotherm splňuje nároky současného bydlení, kladené především na úspornost provozu a návratnost vynaložených investic. Dům splňuje energetickou třídu B – úsporná budova.

Celková vypočítaná tepelná ztráta objektu je 7,050 kW. K pokrytí této ztráty je navrženo podlahové vytápění, které je v prostorách koupelen doplněno elektrickými topnými žebříky. Navržený tepelný výkon soustavy je 7,253 kW. Jako zdroj tepla je použito tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C – země/voda. Za zdroj tepla pro tepelné čerpadlo slouží plošný zemní kolektor. Dále s tepelným čerpadlem spolupracuje hybridní fotovoltaická elektrárna JA SOLAR 7,5 kWp / 8kW, jejíž energie bude primárně sloužit pro chod tepelného čerpadla a vytápění. Z toho důvodu není nutné uvažovat o dodávkách přebytků elektrické energie do distribuční soustavy. Systém bude vybírat aktuální nejlevnější zdroj tepla na základě stavu akumulátorů, aktuální výroby z fotovoltaických panelů, teploty v zásobníku a akumulátoru tepelného čerpadla nebo aktuální sazby nízkého tarifu elektřiny.

POUŽITÉ ZDROJE A LITERATURA

- [1] ČSN 73 0540, *Tepelná ochrana budov*, část 1-4, Praha Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007 (2011)
- [2] Vyhláška č. 499/2006 Sb., *ve znění novely č. 62/2013 Sb. o dokumentaci staveb*
- [3] Zákon č. 350/2012 Sb., *o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*
- [4] Vyhláška č. 20/2012 Sb., *o technických požadavcích na stavby*
- [5] Webová stránka – stránka Stavební standardy Panely [online]. Dostupné z http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu_2016.html
- [6] Webová stránka – stránka Geologické a geovědní mapy [online]. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/radon/>
- [7] Zákon č. 245/2001 Sb., *o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) v platném znění.*
- [8] Vyhláška č. 398/2009 Sb., *o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb*
- [9] VDI 4640, *Thermal use of the underground - Fundamentals, approvals, environmental aspects*, Německo 2010
- [10] MATUŠKA T., *Solární tepelné soustavy*, Společnost pro techniku a prostředí 2009, ISBN 978-80-02-02186-5
- [11] LIBRA, M. a POULEK V., *Fotovoltaika: teorie i praxe využití solární energie*. Praha 2009, ISBN 978-80-904311-0-2
- [12] HASELHUHN, R. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. Ostrava 2011, ISBN 978-80-86167-33-6
- [13] Webová stránka – stránka Solární Panely [online]. Dostupné z: <http://solarni-panely.cz/>
- [14] Vyhláška č. 268/2011 Sb., *o technických podmínkách požární ochrany staveb*
- [15] ČSN 73 0873, *Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou*, Praha 2003
- [16] Vyhláška č. 78/2013 Sb., *ve znění novely č. 230/2015 Sb., o energetické náročnosti budov*
- [17] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU *o energetické náročnosti budov (přepracování)*

- [18] ČSN EN 15 251, *Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky*, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha 2011
- [19] ČSN 73 0532, *Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky* Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, (změna Z3/2017) Praha 2010
- [20] Zákon č. 223/2015 Sb., *zákon, kterým se mění zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů*
- [21] Vyhláška č. 93/2016 Sb., *Vyhláška o Katalogu odpadů*
- [22] Webová stránka – stránka Wienerberger [online]. Dostupné z: <http://www.porotherm.cz/>
- [23] ČSN 73 4130 (734130), *Schodiště a šikmé rampy - Základní požadavky*, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha 2010
- [24] ČSN 01 3420, *Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části*, Praha Český normalizační institut, 2004
- [25] ČSN EN 806, *Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě, Část 1-5* Český normalizační institut, 2012
- [26] ČSN EN 12 831, *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu*, Český normalizační institut, 2005
- [27] ČSN 06 0320, *Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování s projektováním*, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha 2006
- [28] Webová stránka – stránka TZBinfo [online]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>
- [29] ČSN 06 0310, *Ústřední vytápění – Projektová montáž*, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha 2014
- [30] ČSN EN 12 828, *Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav*, Český normalizační institut, 2005
- [31] Vyhláška č.193/2007 Sb., *kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu*
- [32] Webová stránka – stránka Grundfos [online]. Dostupné z: <http://www.grundfos.com/>
- [33] ČSN 06 0830, *Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení*, Praha 2014
- [34] Webová stránka – stránka IVARCS [online]. Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/>

- [35] Vyhláška 194/2007 Sb. *kteou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími a registrujícími dodávku tepelné energie, vč změny 237/2014 Sb.*
- [36] Webová stránka – stránka IVT tepelná čerpadla [online]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/>
- [37] Webová stránka – stránka Regulus [online]. Dostupné z: www.regulus.cz/
- [38] VALENTA, V. a kol. Topenářská příručka, Praha 2001
- [39] VALENTA, V. a kol. Topenářská příručka 3, Praha 2007 ISBN 978-80-86028-13-2
- [40] KLUSÁK, J. Diplomová práce Porovnání různých způsobů podlahového vytápění, Brno 2004 VUT-EU-ODDI-3302-26-04

POUŽITÝ SOFTWARE

- [S1] Software Svoboda Stavební fyzika – Teplo 2015
- [S2] Software Svoboda Stavební fyzika – Ztráty 2015
- [S3] Software AutoCAD 2016 – Studentská verze 2016
- [S4] Microsoft Office 2010 – Word, Excel
- [S5] PDFCreator 2.3

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1	Výpočet schodiště
Příloha č. 2	Skladba konstrukcí
Příloha č. 3	Energetický štítek budovy
Příloha č. 4	Tepelně technické vyhodnocení stavebních konstrukcí budovy
Příloha č. 5	Výpočet tepelných ztrát objektu rodinného domu
Příloha č. 6	Stanovení potřeby teplé vody a návrh zásobníku teplé vody
Příloha č. 7	Návrh a výpočet vytápění budovy – Návrh zdroje tepla
Příloha č. 8	Návrh a výpočet vytápění budovy – Návrh fotovoltických panelů
Příloha č. 9	Návrh a výpočet vytápění budovy – Podrobný návrh a výpočet podlahového topení
Příloha č. 10	Návrh a výpočet vytápění budovy – Návrh izolace rozvodného potrubí
Příloha č. 11	Návrh a výpočet vytápění budovy – Návrh a posouzení oběhového čerpadla
Příloha č. 12	Návrh a výpočet vytápění budovy – Posouzení expanzní nádoby okruhu podlahového topení
Příloha č. 13	Návrh a výpočet vytápění budovy – Posouzení pojistného ventilu

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 1
Výpočet schodiště

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Výpočet schodiště:

Bylo navrženo jednoramenné pravotočivé schodiště s kosými stupni.

Schodiště bylo navrženo dle normy ČSN 73 4130 [16].

Konstrukční výška schodiště:	$v_s = 3100 \text{ mm}$	
Výška stupně:	$h = v_s / 180 =$	(1.1)
	$h = 3100 / 180 = 17,22 \text{ mm}$	
Volba počtu schodů:	$n = 18$	
Skutečná výška stupně:	$h_s = h / n$	(1.2)
	$h_s = 3100 / 18 = 172,2 \text{ mm}$	
Šířka stupně:	$b_s = 630 - 2h_s$	(1.3)
	$b_s = 630 - 2 \cdot 172,2 = 285 \text{ mm}$	
Šířka ramene:	1000 mm	
Sklon schodišťového ramene:	$\operatorname{tg} \alpha = h_s / b_s$	(1.4)
	$\operatorname{tg} \alpha = 172,2 / 285 = 31,14^\circ$	
Podchodná výška:	$h_1 = 1500 + 750 / \cos \alpha =$	(1.5)
	$h_1 = 1500 + 750 / 0,856 = 2376 \text{ mm} > h_{1\min} = 2100 \text{ mm}$	
Průchodná výška:	$h_2 = 750 + 1500 \cdot \cos \alpha =$	(1.6)
	$h_2 = 750 + 1500 \cdot 0,856 = 2034 \text{ mm} > h_{2\min} = 1950 \text{ mm}$	

Navržené schodiště vyhovuje normě ČSN 73 4130 [23].

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 2
Skladba konstrukcí

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

A – Podlaha 1. NP

Podlaha je navržena v místnostech: 1.06, 1.08

Dřevěné lamely	10 mm
Anhydritová směs Hasit 459	48 mm
Separální PE fólie	
Systémová deska Toptherm TOP 301	32 mm
Tepelná izolace podlahy Isover EPS grey	140 mm
Izolace proti vodě Elastobit PR S 50 H	
Podkladní beton C16/20 tl. 150mm + svyřovaná síť	150 mm
Štěrkopískový podsyp frakce 0 – 32 mm	150 mm
Rostlá zemina	

B – Podlaha 1. NP

Podlaha je navržena v místnostech: 1.01, 1.02, 1.03, 1.04, 1.07

Keramická dlažba rozměr 600 x 600 mm + lepicí tmel	15 mm
Anhydritová směs Hasit 459	43 mm
Separální PE fólie	
Systémová deska Toptherm TOP 301	32 mm
Tepelná izolace podlahy Isover EPS grey	140 mm
Izolace proti vodě Elastobit PR S 50 H	
Podkladní beton C16/20 tl. 150mm + svyřovaná síť	150 mm
Štěrkopískový podsyp frakce 0 – 32 mm	150 mm
Rostlá zemina	

C – Podlaha 1. NP

Podlaha je navržena v místnostech: 1.05, 1.09, 1.10

Epoxidový nátěr Sikafloor - 264	2 mm
Anhydritová směs Hasit 459	30 mm
Cementový potěr (vyztužený)	58 mm
Separční PE fólie	
Tepelná izolace podlahy Isover EPS grey	140 mm
Izolace proti vodě Elastobit PR S 50 H	
Podkladní beton C16/20 tl. 150mm + svyřovaná síť	150 mm
Štěrkopískový podsyp frakce 0 – 32 mm	150 mm
Rostlá zemina	

D – Podlaha 2. NP

Podlaha je navržena v místnostech: 2.01, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05

Dřevěné lamely	10 mm
Anhydritová směs Hasit 459	38 mm
Separční PE fólie	
Systémová deska Toptherm TOP 301	32 mm
Tepelná izolace podlahy Isover T-P	30 mm
Izolace proti vodě Elastobit PR S 50 H	
Asfaltový pás Elastek 40 special mineral	
Porotherm strop POT 210	210 mm
Omítka Porotherm universal	10 mm

E – Podlaha 2. NP

Podlaha je navržena v místnostech: 2.06, 2.07

Keramická dlažba rozměr 600 x 600 mm + lepící tmel	15 mm
Anhydritová směs Hasit 459	33 mm
Separální PE fólie	
Systémová deska Toptherm TOP 301	32 mm
Tepelná izolace podlahy Isover T-P	30 mm
Izolace proti vodě Elastobit PR S 50 H	
Asfaltový pás Elastek 40 special mineral	
Porotherm strop POT 210	210 mm
Omítka Porotherm universal	10 mm

F – Strop nad 2. NP

Prkenný základ	22 mm
Pojistná hydroizolace Isocel Omega 180	
Tepelná izolace mezi kleštiny Isover Unirol Profi	180 mm
Tepelná izolace pod kleštiny Isover Unirol Profi	200 mm
PE fólie Jutafol N 140 Special	
Vzduchová mezera + CD profil na SDK	35 mm
SDK Protipožární deska	12,5 mm

G – Šikmá střecha nad 2. NP

Střešní kritina Tondach	
Laťování 40 x 60 mm	40 mm
Kontralať 60 x 60 mm	60 mm
Pojistná hydroizolace Isocel Omega 180	
Tepelná izolace mezi kleštiny Isover Unirol Profi	180 mm
Tepelná izolace pod kleštiny Isover Unirol Profi	200 mm
PE fólie Jutafol N 140 Special	
Vzduchová mezera + CD profil na SDK	35 mm
SDK Protipožární deska	12,5 mm

H – Podlaha schodiště

Nášlapná vrstva – lepená budoká deska

18 mm

Monolitické schodiště

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 3
Energetický štítek budovy

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Rodinný dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Alešova 35, 678 01 Blansko
Katastrální území a katastrální číslo	Blansko, č.kat. 581283
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Čumová Martina, Čuma Jan
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Čumová Martina, Čuma Jan
Adresa	A. Skotáka 3, 678 01 Blansko
Telefon / E-mail	774 352 721 / jan.Cuma@vsb.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	638,4 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	459,8 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A / V	0,72 m ² /m ³
Typ budovy	nová obytná
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_m	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e	-15 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i [m ²]	Součinitel (činitel) prostupe tepla U_i ($\sum \psi_{k,lk} + \sum \chi_j$) [W/(m ² ·K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupe tepla U_N (U_{ec}) [W/(m ² ·K)]	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]
Obvodová stěna Porot	158,5	0,17	0,30 (0,25)	1,00	26,9
Jednoduché okno s tr	24,7	0,80	1,50 (1,20)	1,00	19,8
Strop nad 2NP	58,5	0,10	0,30 (0,20)	1,00	5,9
Šikmina nad 2NP	66,0	0,10	0,24 (0,16)	1,00	6,6
Vstupní dveře	2,4	1,20	1,70 (1,20)	1,00	2,9
Balkónové dveře s tr	5,0	1,00	1,50 (1,20)	1,00	5,0
Podlaha na zemině	110,0	0,18	0,45 (0,30)	0,79	15,6
Stěna ke garáži	34,7	0,18	0,60 (0,40)	0,43	2,7
Tepelné vazby	0,0	0,00	()		47,3
			()		
			()		
			()		
			()		
			()		
			()		

(pokračování)

(pokračování)

[illegible]

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

Stanovení prostupu tepla obálky budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	132,7
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m²·K)	0,29
Požadavek ČSN 730540-2 byl stanoven: na základě hodnoty $U_{em,N,20}$ a působících teplot		
Výchozí požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 pro rozmezí θ_m od 18 do 22 °C $U_{em,N,20}$	W/(m ² ·K)	0,40
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$	W/(m ² ·K)	0,30
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$	W/(m²·K)	0,40

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Veličina	Jednotka	Hodnota
A – B	$0,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² ·K)	0,20
B – C	$0,75 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² ·K)	0,30
C – D	$U_{em,N}$	W/(m ² ·K)	0,40
D – E	$1,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² ·K)	0,60
E – F	$2,0 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² ·K)	0,80
F – G	$2,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² ·K)	1,00

Klasifikace: B - úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 27.4.2017

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Jan Čuma

IČ:

Zpracoval: Jan Čuma

Podpis:

Tento protokol a stavebně energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

(Typ budovy, místní označení) (Adresa budovy)				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 193,7 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
<div><div>CI</div><div>Velmi úsporná</div><div><div><div></div><div>A</div></div><div>0,5</div><div><div></div><div>B</div></div><div>0,75</div><div><div></div><div>C</div></div><div>1,0</div><div><div></div><div>D</div></div><div>1,5</div><div><div></div><div>E</div></div><div>2,0</div><div><div></div><div>F</div></div><div>2,5</div><div><div></div><div>G</div></div><div>Mimořádně ne hospodárná</div></div></div>				<div>0,73</div>		
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				$U_{em} = H_T / A$		0,29
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2				$U_{em,N}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		0,40
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80	1,00
Platnost štítku do: 27.4.2027			Datum vystavení štítku: 27.4.2017			
Štítek vypracoval(a):	(Jan Čuma)					
	(Student)					

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 4

Tepelně technické vyhodnocení stavebních konstrukcí budovy

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **A - Podlaha na zemi obyvací místnosti 20st**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/20/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Vlasy	0,0100	0,1800	2510,0	600,0	157,0	0.0000
2	Anhydritová sm	0,0480	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	Systémová desk	0,0320	0,0350	1270,0	30,0	40,0	0.0000
4	Isover EPS Gre	0,1400	0,0320	1250,0	15,0	50,0	0.0000
5	Elastobit PR S	0,0050	0,2100	1470,0	1240,0	41831,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vlasy	---
2	Anhydritová směs	---
3	Systémová deska Tophtherm TP 301	---
4	Isover EPS Grey	---
5	Elastobit PR S 50 H	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.409 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.179 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.2E+0012 m/s

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.34 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.956

Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 642.96 Ws/m²K
Pokles dotykové teploty podlahy ΔT : 4.92 C

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: A - Podlaha na zemine obyvací místnosti 20st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e : 5,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Vlasy	0,010	0,180	157,0
2	Anhydritová směs	0,048	1,200	20,0
3	Systémová deska Toptherm TP 30	0,032	0,035	40,0
4	Isover EPS Grey	0,140	0,032	50,0
5	Elastobit PR S 50 H	0,005	0,210	41831,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,402

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,956

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{N} =$ 0,45 W/m²K

Vypočtená hodnota: $U =$ 0,179 W/m²K

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)

Požadavek: teplota podlaha - $\Delta T_{10,N} =$ 5,5 C

Vypočtená hodnota: $\Delta T_{10} =$ 4,92 C

$\Delta T_{10} < \Delta T_{10,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Teplo 2015, (c) 2015 Svoboda Software

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **B - Podlaha na zemi chodba**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/20/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0150	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Anhydritová sm	0,0430	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	Systémová desk	0,0320	0,0350	1270,0	30,0	40,0	0.0000
4	Isover EPS Gre	0,1400	0,0320	1250,0	15,0	50,0	0.0000
5	Elastobit PR S	0,0050	0,2100	1470,0	1240,0	41831,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	Anhydritová směs	---
3	Systémová deska Toptherm TP 301	---
4	Isover EPS Grey	---
5	Elastobit PR S 50 H	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.364 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.181 W/m²K
Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.2E+0012 m/s

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.34 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.956

Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1365.69 Ws/m²K

Pokles dotykové teploty podlahy ΔT : 7.40 C

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: B - Podlaha na zemine chodba

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e : 5,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,015	1,010	200,0
2	Anhydritová směs	0,043	1,200	20,0
3	Systémová deska Toptherm TP 30	0,032	0,035	40,0
4	Isover EPS Grey	0,140	0,032	50,0
5	Elastobit PR S 50 H	0,005	0,210	41831,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,402

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,956

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N =$ 0,45 W/m²K

Vypočtená hodnota: $U =$ 0,181 W/m²K

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)

Požadavek: teplota podlaha - $dT_{10,N} =$ 5,5 C

Vypočtená hodnota: $dT_{10} =$ 7,40 C

$dT_{10} > dT_{10,N}$... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **B - Podlaha na zemi koupelna 24st**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/20/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0150	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Anhydritová sm	0,0430	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	Systémová desk	0,0320	0,0340	1270,0	30,0	40,0	0.0000
4	Isover EPS Gre	0,1400	0,0320	1250,0	15,0	50,0	0.0000
5	Elastobit PR S	0,0050	0,2100	1470,0	1240,0	41831,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	Anhydritová směs	---
3	Systémová deska Toptherm TP 301	---
4	Isover EPS Grey	---
5	Elastobit PR S 50 H	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 75.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.391 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.180 W/m²K**
Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.2E+0012 m/s

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 23.16 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.956

Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1365.69 Ws/m²K
Pokles dotykové teploty podlahy ΔT : 5.27 C

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: B - Podlaha na zemi koupelna 24st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 24,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 24,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e : 5,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 24,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH: 70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,015	1,010	200,0
2	Anhydritová směs	0,043	1,200	20,0
3	Systémová deska Toptherm TP 30	0,032	0,034	40,0
4	Isover EPS Grey	0,140	0,032	50,0
5	Elastobit PR S 50 H	0,005	0,210	41831,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,820

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,956

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N =$ 0,36 W/m²K

Vypočtená hodnota: $U =$ 0,18 W/m²K

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokvi v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)

Požadavek: teplota podlaha - $dT_{10,N} =$ 5,5 C

Vypočtená hodnota: $dT_{10} =$ 5,27 C

$dT_{10} < dT_{10,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **C - Podlaha na zemi na tech místnost 15st**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/20/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Epoxidový nátěr	0,0020	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
2	Anhydritová sm	0,0300	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	Železobeton 1	0,0580	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Isover EPS Gre	0,1400	0,0320	1250,0	15,0	50,0	0.0000
5	Elastobit PR S	0,0050	0,2100	1470,0	1240,0	41831,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Epoxidový nátěr	---
2	Anhydritová směs	---
3	Železobeton 1	---
4	Isover EPS Grey	---
5	Elastobit PR S 50 H	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 15.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.466 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.216 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle

poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelné akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.2E+0012 m/s

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 14.47 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.947

Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1491.30 Ws/m2K

Pokles dotykové teploty podlahy ΔT : 10.50 C

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: C - Podlaha na zemine tech místnost 15st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 15,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e : 5,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 15,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH*i*: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Epoxidový nátěr	0,002	1,200	20,0
2	Anhydritová směs	0,030	1,200	20,0
3	Železobeton 1	0,058	1,430	23,0
4	Isover EPS Grey	0,140	0,032	50,0
5	Elastobit PR S 50 H	0,005	0,210	41831,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,136

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,947

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N =$ 0,45 W/m2K

Vypočtená hodnota: $U =$ 0,216 W/m2K

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokvi v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)

Požadavek: teplota podlaha - $\Delta T_{10,N} =$ 5,5 C

Vypočtená hodnota: $\Delta T_{10} =$ 10,50 C

$\Delta T_{10} > \Delta T_{10,N}$... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN. Jedná se o technickou místnost, kde je uvažováno se vstupem v domácí obuvi.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **D - strop nad 1NP pokoje 20st**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/20/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Strop nad venkovním prostředím
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Vlasy	0,0100	0,1800	2510,0	600,0	157,0	0.0000
2	Anhydritová sm	0,0380	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	Systémová desk	0,0320	0,0340	1270,0	30,0	40,0	0.0000
4	Isover T-P	0,0300	0,0420	800,0	148,0	1,0	0.0000
5	Elastodek 40 S	0,0042	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
6	Porotherm stro	0,2100	0,8750	1000,0	800,0	15,0	0.0000
7	Porotherm Univ	0,0100	0,4500	840,0	1450,0	14,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vlasy	---
2	Anhydritová směs	---
3	Systémová deska Tophtherm TP 301	---
4	Isover T-P	---
5	Elastodek 40 Special Mineral	---
6	Porotherm strop POT 210	---
7	Porotherm Universal	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 55.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	-15.0	99.0	163.1	-2.9	81.4	390.3
2	28	-13.0	99.0	196.0	-0.9	80.8	457.9

3	31	-9.0	99.0	280.5	3.1	79.5	606.4
4	30	-3.9	99.0	436.2	8.2	77.2	839.1
5	31	1.1	99.0	654.5	13.2	74.2	1125.4
6	30	4.2	99.0	816.1	16.3	71.6	1326.3
7	31	5.6	99.0	900.0	17.7	70.2	1421.0
8	31	5.1	99.0	869.2	17.2	70.7	1386.7
9	30	1.3	99.0	664.0	13.4	74.0	1137.1
10	31	-3.7	99.0	443.7	8.4	77.1	849.5
11	30	-9.0	99.0	280.5	3.1	79.5	606.4
12	31	-13.1	99.0	194.2	-1.0	80.8	454.1

Poznámka: Tai, RH_i a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RH_e a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R : 2.025 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.423 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.44 / 0.47 / 0.52 / 0.62 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.2E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 75.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 10.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.46 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.892**

Číslo měsíce Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:

Vypočtené hodnoty

	80%		100%				
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	-12.7	-----	-15.1	-----	-13.7	0.892	87.8
2	-10.6	-----	-13.1	-----	-11.7	0.892	87.9
3	-6.6	-----	-9.1	-----	-7.7	0.892	88.3
4	-1.4	-----	-4.0	-----	-2.6	0.892	88.7
5	4.1	-----	1.0	-----	2.4	0.892	90.1
6	7.3	-----	4.1	-----	5.5	0.892	90.4
7	8.7	-----	5.5	-----	6.9	0.892	90.5
8	8.2	-----	5.0	-----	6.4	0.892	90.4
9	4.3	-----	1.2	-----	2.6	0.892	90.2
10	-1.2	-----	-3.8	-----	-2.4	0.892	88.7
11	-6.6	-----	-9.1	-----	-7.7	0.892	88.3
12	-10.7	-----	-13.2	-----	-11.8	0.892	87.9

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.6	19.5	19.5	17.5	16.0	15.9	15.4	15.4
p [Pa]:	1285	1283	1282	1280	1279	943	938	937
p,sat [Pa]:	2285	2269	2259	1995	1812	1807	1750	1744

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 3.207E-0010 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplota 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: D - strop nad 1NP pokoje 20st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Vlasy	0,010	0,180	157,0
2	Anhydritová směs	0,038	1,200	20,0
3	Systémová deska Tophtherm TP 30	0,032	0,034	40,0
4	Isover T-P	0,030	0,042	1,0
5	Elastodek 40 Special Mineral	0,0042	0,210	50000,0
6	Porotherm strop POT 210	0,210	0,875	15,0
7	Porotherm Universal	0,010	0,450	14,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = -0,795$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,892$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,423 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných

mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{rok}$,
nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **E - strop nad 2NP pokoje 20st**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/21/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0,0350	0,2188	1010,0	1,2	0,3	0.0000
3	Jutafoi N 140	0,0003	0,3900	1700,0	560,0	148275,0	0.0000
4	Isover Unirol	0,2000	0,0330	840,0	150,0	1,4	0.0000
5	Isover Unirol	0,1800	0,0470	1007,0	175,0	1,4	0.0000
6	Isocell Omega	0,0007	0,3500	1500,0	250,0	28,0	0.0000
7	Dřevo měkké (t	0,0220	0,4100	2510,0	400,0	4,5	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 35 mm	---
3	Jutafoi N 140 Special	---
4	Isover Unirol Profi	---
5	Isover Unirol Profi	---
6	Isocell Omega 180	---
7	Dřevo měkké (tok rovnoběžně s vlákny)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 10.164 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.096 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 855.1
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 15.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.16 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rs,p} : 0.976

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.7	19.5	18.9	18.9	-1.5	-14.5	-14.5	-14.7
p [Pa]:	1285	1282	1282	158	150	142	141	138
p,sat [Pa]:	2289	2261	2187	2186	537	173	173	170

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 6.062E-0009 kg/(m².s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: E - strop nad 2NP pokoje 20st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i: 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM}: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae}: -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e: -15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai}: 20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádkartón	0,0125	0,220	9,0
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 35	0,035	0,2188	0,29
3	Jutafool N 140 Special	0,0003	0,390	148275,0
4	Isover Unirol Profi	0,200	0,033	1,4
5	Isover Unirol Profi	0,180	0,047	1,4
6	Isocell Omega 180	0,0007	0,350	28,0
7	Dřevo měkké (tok rovnoběžně s	0,022	0,410	4,5

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,744$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,976$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{i,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,096 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{i,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$,
nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kc nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **E - strop nad 2NP koupelna 24st**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/21/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0,0350	0,2188	1010,0	1,2	0,3	0.0000
3	Jutafoi N 140	0,0003	0,3900	1700,0	560,0	148275,0	0.0000
4	Isover Unirol	0,2000	0,0330	840,0	150,0	1,4	0.0000
5	Isover Unirol	0,1800	0,0470	1007,0	175,0	1,4	0.0000
6	Isocell Omega	0,0007	0,3500	1500,0	250,0	28,0	0.0000
7	Dřevo měkké (t	0,0220	0,4100	2510,0	400,0	4,5	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 35 mm	---
3	Jutafoi N 140 Special	---
4	Isover Unirol Profi	---
5	Isover Unirol Profi	---
6	Isocell Omega 180	---
7	Dřevo měkké (tok rovnoběžně s vlákny)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 10.164 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.096 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 855.1
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 15.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 23.07 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rs,p} : **0.976**

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	23.6	23.4	22.8	22.8	-0.0	-14.4	-14.4	-14.6
p [Pa]:	2237	2230	2230	174	159	145	144	138
p,sat [Pa]:	2915	2878	2775	2775	610	174	174	171

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.108E-0008 kg/(m².s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: E - strop nad 2NP koupelna 24st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 24,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM: 24,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -15,0 C
Teplota na vnější straně Te: -15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 24,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 35	0,035	0,2188	0,29
3	Jutafool N 140 Special	0,0003	0,390	148275,0
4	Isover Unirol Profi	0,200	0,033	1,4
5	Isover Unirol Profi	0,180	0,047	1,4
6	Isocell Omega 180	0,0007	0,350	28,0

7	Dřevo měkké (tok rovnoběžně s	0,022	0,410	4,5
---	-------------------------------	-------	-------	-----

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,912

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,976

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{N} =$ 0,19 W/m²K

Vypočtená hodnota: $U =$ 0,10 W/m²K

$U < U_{N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kcí nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **F - šikmina pokoje 20st**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/21/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0,0350	0,2188	1010,0	1,2	0,3	0.0000
3	Jutafoi N 140	0,0003	0,3900	1700,0	560,0	148275,0	0.0000
4	Isover Unirol	0,2000	0,0330	840,0	150,0	1,4	0.0000
5	Isover Unirol	0,1800	0,0470	1007,0	175,0	1,4	0.0000
6	Isocell Omega	0,0007	0,3500	1500,0	250,0	28,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 35 mm	---
3	Jutafoi N 140 Special	---
4	Isover Unirol Profi	---
5	Isover Unirol Profi	---
6	Isocell Omega 180	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 10.110 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.097 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.0E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 807.8
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 15.0 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.16 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rs,i,p} : 0.976

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.7	19.5	18.9	18.9	-1.7	-14.7	-14.7
p [Pa]:	1285	1282	1282	155	147	139	138
p,sat [Pa]:	2288	2261	2186	2186	532	170	170

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 6.078E-0009 kg/(m2.s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: F - šikmá střecha pokoje 20st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i: 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM}: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae}: -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e: -15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai}: 20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádkartón	0,0125	0,220	9,0
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 35	0,035	0,2188	0,29
3	Jutafoł N 140 Special	0,0003	0,390	148275,0
4	Isover Unirol Profi	0,200	0,033	1,4
5	Isover Unirol Profi	0,180	0,047	1,4
6	Isocell Omega 180	0,0007	0,350	28,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f_{Rs,i,N} = f_{Rs,i,cr} = 0,744

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,976$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,097 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **F - šikmina koupelna 24st**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/21/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0,0350	0,2188	1010,0	1,2	0,3	0.0000
3	Jutafoi N 140	0,0003	0,3900	1700,0	560,0	148275,0	0.0000
4	Isover Unirol	0,2000	0,0330	840,0	150,0	1,4	0.0000
5	Isover Unirol	0,1800	0,0470	1007,0	175,0	1,4	0.0000
6	Isocell Omega	0,0007	0,3500	1500,0	250,0	28,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 35 mm	---
3	Jutafoi N 140 Special	---
4	Isover Unirol Profi	---
5	Isover Unirol Profi	---
6	Isocell Omega 180	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 10.110 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.097 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.0E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 807.8
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 15.0 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 23.06 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rs,i,p} : 0.976

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	23.6	23.4	22.8	22.8	-0.1	-14.6	-14.6
p [Pa]:	2237	2230	2230	169	154	140	138
p,sat [Pa]:	2915	2878	2774	2774	604	171	171

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.111E-0008 kg/(m².s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplu 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: F - škmá střecha koupelna 24st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i: 24,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM}: 24,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae}: -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e: -15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai}: 24,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Uzavřená vzduch. dutina tl. 35	0,035	0,2188	0,29
3	Jutafool N 140 Special	0,0003	0,390	148275,0
4	Isover Unirol Profi	0,200	0,033	1,4
5	Isover Unirol Profi	0,180	0,047	1,4
6	Isocell Omega 180	0,0007	0,350	28,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f_{Rs,i,N} = f_{Rs,i,cr} = 0,912
Vypočtená průměrná hodnota: f_{Rs,i,m} = 0,976

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokvi v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **Obvodová stěna Porotherm 44 T Profi pokoje**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/21/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Porotherm Univ	0,0100	0,4500	840,0	1450,0	14,0	0.0000
2	Porotherm 44 T	0,4400	0,0790	1000,0	680,0	5,0	0.0000
3	Baumit termo o	0,0300	0,1300	850,0	370,0	8,0	0.0000
4	Baumit open le	0,0030	0,8000	920,0	1300,0	18,0	0.0000
5	Baumit open st	0,0020	0,7000	920,0	1700,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Porotherm Universal	---
2	Porotherm 44 T na maltu Porotherm Profi	---
3	Baumit termo omítka (ThermoPutz)	---
4	Baumit open lep. stěrka W (open KlebeSpachtel W)	---
5	Baumit open struktur. omítka (open StrukturPutz)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.829 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.167 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.4E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 8634.1
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 5.2 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.57 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rs,p} : 0.959

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	19.2	19.1	-13.4	-14.7	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1285	1225	281	178	155	138
p _{sat} [Pa]:	2229	2212	191	169	169	168

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.3417	0.4500	6.796E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: 0.0834 kg/(m².rok)
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: 6.1681 kg/(m².rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodová stěna Porotherm 44 T Profi pokoje 20st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -15,0 C
Teplota na vnější straně Te: -15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Porotherm Universal	0,010	0,450	14,0

2	Porotherm 44 T na maltu Poroth	0,440	0,079	5,0
3	Baumit termo omítka (ThermoPut	0,030	0,130	8,0
4	Baumit open lep. stěrka W (ope	0,003	0,800	18,0
5	Baumit open struktur. omítka (0,002	0,700	19,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,744$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,959$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,167 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: $0,333 \text{ kg/m}^2\text{rok}$
(materiál: Baumit termo omítka (ThermoPut).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: $0,100 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0834 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 6,1681 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **Vnitřní nosná stěna Porotherm 30 Profi koupelna 24st**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/21/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Porotherm Univ	0,0100	0,4500	840,0	1450,0	14,0	0.0000
2	Porotherm 30 p	0,3000	0,1800	1000,0	800,0	5,0	0.0000
3	Porotherm Univ	0,0100	0,4500	840,0	1450,0	14,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Porotherm Universal	---
2	Porotherm 30 profi na maltu Porotherm Profi	---
3	Porotherm Universal	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 20.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 55.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.711 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.507 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.53 / 0.56 / 0.61 / 0.71 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} :	9.5E+0009 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny^* podle EN ISO 13786 :	109.8
Fázový posun teplotního kmitu Ψ^* podle EN ISO 13786 :	14.2 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$:	23.50 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$:	0.875

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	23.7	23.7	20.3	20.3
p [Pa]:	2237	2162	1360	1285
p,sat [Pa]:	2935	2927	2382	2375

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.068E-0007 kg/(m2.s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Vnitřní nosná stěna Porotherm 30 Profi koupelna 24st

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	24,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	24,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	24,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Porotherm Universal	0,010	0,450	14,0
2	Porotherm 30 profi na maltu Po	0,300	0,180	5,0
3	Porotherm Universal	0,010	0,450	14,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,146

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,875

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **Vnitřní nenosná stěna Porotherm 14 Profi**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/21/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Porotherm Univ	0,0100	0,4500	840,0	1450,0	14,0	0.0000
2	Porotherm 14 P	0,1400	0,2700	1000,0	850,0	5,0	0.0000
3	Porotherm Univ	0,0100	0,4500	840,0	1450,0	14,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Porotherm Universal	---
2	Porotherm 14 Profi + malta Porotherm Profi	---
3	Porotherm Universal	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 20.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.563 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.215 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 1.24 / 1.27 / 1.32 / 1.42 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} :	5.2E+0009 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny^* podle EN ISO 13786 :	10.0
Fázový posun teplotního kmitu Ψ^* podle EN ISO 13786 :	5.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$:	22.83 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$:	0.707

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	23.4	23.3	20.7	20.6
p [Pa]:	2237	2084	1321	1168
p,sat [Pa]:	2871	2852	2446	2430

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.180E-0007 kg/(m2.s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

UYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Vnitřní nenosná stěna Porotherm 14 Profi

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	24,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	24,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	24,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Porotherm Universal	0,010	0,450	14,0
2	Porotherm 14 Profi + malta Por	0,140	0,270	5,0
3	Porotherm Universal	0,010	0,450	14,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,146
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,707

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$,
nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2015

Název úlohy : **Vnitřní nosná stěna Porotherm 11.5 Profi**

Zpracovatel : Jan Čuma

Zakázka :

Datum : 1/21/2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Porotherm Univ	0,0100	0,4500	840,0	1450,0	14,0	0.0000
2	Porotherm 11.5	0,1150	0,4400	960,0	1000,0	7,0	0.0000
3	Porotherm Univ	0,0100	0,4500	840,0	1450,0	14,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Porotherm Universal	---
2	Porotherm 11.5 P+D	---
3	Porotherm Universal	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 55.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.306 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.767 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 1.79 / 1.82 / 1.87 / 1.97 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} :	5.8E+0009 m/s
Teplotní útlum konstrukce N_{y^*} podle EN ISO 13786 :	5.9
Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si^*} podle EN ISO 13786 :	4.1 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$:	20.22 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$:	0.580

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	21.9	21.6	17.4	17.1
p [Pa]:	2237	2069	1105	937
p,sat [Pa]:	2632	2575	1989	1945

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.395E-0007 kg/(m2.s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Vnitřní nosná stěna Porotherm 11.5 Profi

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	24,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	24,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	24,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Porotherm Universal	0,010	0,450	14,0
2	Porotherm 11.5 P+D	0,115	0,440	7,0
3	Porotherm Universal	0,010	0,450	14,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,146
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,580

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 1,77 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$,
nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 5

Výpočet tepelných ztrát objektu rodinného domu

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA BUDOVY

podle EN 12831, ČSN 730540 a STN 730540

Ztráty 2015

Název budovy: **RD Blansko**
Zpracovatel: Jan Čuma
Zakázka:
Datum: 4/27/2017
Varianta:

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 8.0 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v budově $T_{i,m}$: 19.8 C
Půdorysná plocha podlahy budovy A: 110.0 m²
Exponovaný obvod budovy P: 42.4 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V: 638.4 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu: 0.0 %
Typ budovy: bytová

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Záďveří
Půd. plocha A :	3.9 m ²	Objem vzduchu V :	8.3 m ³
Exp. obvod P :	8.1 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	15.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n_{50} :	4.5 1/h	Činitele $e + \epsilon$:	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	3.5	0.17	$e = 1.00$	0.02	-----	0.67 W/K
Vstupní dveře	2.4	1.00	$e = 1.15$	0.40	-----	3.86 W/K
Podlaha na zemině - dlažba	3.9	0.18	$G_w = 1.00$	-----	0.14	0.19 W/K
stěna k 1.04	2.4	1.77	$f_{i,i} = -0.17$	0.02	-----	-0.72 W/K
Dveře dřevěné plné	1.8	2.00	$f_{i,i} = -0.17$	0.50	-----	-0.76 W/K
stěna k 1.09	6.6	1.22	$f_{i,i} = -0.17$	0.02	-----	-1.35 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 57 W, tj. 1.6 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 35 W, tj. 1.0 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 92 W, tj. 1.3 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	2	Název místnosti :	Šatna
Půd. plocha A :	5.8 m ²	Objem vzduchu V :	11.0 m ³
Exp. obvod P :	9.6 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	15.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n ₅₀ :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	15.7	0.17	e = 1.00	0.02	-----	2.98 W/K
Okno 82 MD 3.sk	0.7	0.80	e = 1.15	0.40	-----	0.97 W/K
Podlaha na zemině - dlažba	5.8	0.18	Gw= 1.00	-----	0.14	0.28 W/K
Strop nad 2NP	3.8	0.43	f _i = -0.30	0.02	-----	-0.52 W/K
Stěna k 1.03	5.4	1.77	f _i = -0.30	0.02	-----	-2.89 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zemin ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 25 W, tj. 0.7 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 47 W, tj. 1.3 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 71 W, tj. 1.0 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	3	Název místnosti :	Koupelna
Půd. plocha A :	4.8 m ²	Objem vzduchu V :	10.3 m ³
Exp. obvod P :	8.8 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	24.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.5 1/h
Výměna n ₅₀ :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	6.0	0.17	e = 1.00	0.02	-----	1.14 W/K
Okno 82 MD 3.sk	0.7	0.80	e = 1.15	0.50	-----	1.05 W/K
Podlaha na zemině - dlažba	4.8	0.18	Gw= 1.00	-----	0.14	0.41 W/K
Stěna k 1.02	5.4	1.77	f _i = 0.23	0.02	-----	2.22 W/K
Stěna k 1.08	5.4	0.51	f _i = 0.10	0.02	-----	0.29 W/K
Stěna k 1.04	3.8	1.77	f _i = 0.10	0.02	-----	0.69 W/K
Dveře dřevěné plné	1.8	2.00	f _i = 0.10	0.50	-----	0.47 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zemin ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 244 W, tj. 6.8 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 226 W, tj. 6.5 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 470 W, tj. 6.7 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	4	Název místnosti :	Chodba
Půd. plocha A :	6.7 m ²	Objem vzduchu V :	17.8 m ³
Exp. obvod P :	11.9 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Podlaha na zemině – dlažba	6.7	0.18	Gw= 1.00	-----	0.14	0.47 W/K
Stěna k 1.05	2.2	1.22	f _i = 0.14	0.02	-----	0.39 W/K
Stěna k 1.01	2.4	1.77	f _i = 0.14	0.02	-----	0.61 W/K
Stěna k 1.03	3.8	1.77	f _i = -0.11	0.02	-----	-0.77 W/K
Dveře dřevěné plné	1.8	2.00	f _i = -0.11	0.50	-----	-0.52 W/K
Dveře dřevěné plné	3.6	2.00	f _i = 0.14	0.50	-----	1.30 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírážka na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 52 W, tj. 1.5 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 106 W, tj. 3.0 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 158 W, tj. 2.2 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	5	Název místnosti :	Technická místnost
Půd. plocha A :	10.9 m ²	Objem vzduchu V :	25.1 m ³
Exp. obvod P :	13.8 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	15.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Podlaha na zemině - epoxid	10.9	0.21	Gw= 1.00	-----	0.16	0.59 W/K
Stěna ke garáži	5.8	0.17	bu= 0.33	0.02	-----	0.36 W/K
Dveře dřevěné plné	1.8	1.20	bu= 0.33	0.02	-----	0.73 W/K
Stěna k 1.04	2.2	1.77	f _i = -0.17	0.20	-----	-0.72 W/K
Stěna k 1.06	6.8	0.51	f _i = -0.17	0.02	-----	-0.60 W/K
Stěna k 1.07	11.1	1.22	f _i = -0.17	0.02	-----	-2.30 W/K
Dveře dřevěné plné	1.8	2.00	f _i = -0.17	0.50	-----	-0.76 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírážka na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : -81 W, tj. -2.3 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 128 W, tj. 3.7 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 47 W, tj. 0.7 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	6	Název místnosti :	Obývací pokoj + jídelna
Půd. plocha A :	39.3 m ²	Objem vzduchu V :	88.2 m ³
Exp. obvod P :	26.1 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n ₅₀ :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	29.3	0.17	e = 1.00	0.02	-----	5.57 W/K
Okno 82 MD 3.sk	9.6	0.80	e = 1.15	0.20	-----	11.04 W/K
Balkónové dveře	5.0	1.00	e = 1.15	0.30	-----	7.53 W/K
Podlaha na zemině - vlysy	39.1	0.18	Gw= 1.00	-----	0.14	2.77 W/K
Stěna k 1.05 a 1.04	6.8	0.51	f,i = 0.14	0.02	-----	0.52 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 960 W, tj. 26.8 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 525 W, tj. 15.1 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 1485 W, tj. 21.1 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	7	Název místnosti :	Kuchyně
Půd. plocha A :	14.0 m ²	Objem vzduchu V :	30.6 m ³
Exp. obvod P :	15.2 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.5 1/h
Výměna n ₅₀ :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	12.1	0.17	e = 1.00	0.02	-----	2.30 W/K
Okno 82 MD 3.sk	2.6	0.80	e = 1.15	0.40	-----	3.59 W/K
Podlaha na zemině - dlažba	14.0	0.18	Gw= 1.00	-----	0.14	0.99 W/K
Stěna k 1.10	9.3	0.17	bu= 0.33	0.02	-----	0.58 W/K
Stěna k 1.05	11.1	1.22	f,i = 0.14	0.02	-----	1.97 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 330 W, tj. 9.2 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 546 W, tj. 15.7 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 876 W, tj. 12.4 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	8	Název místnosti :	Pokoj
Půd. plocha A :	17.6 m ²	Objem vzduchu V :	34.9 m ³
Exp. obvod P :	16.9 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	24.8	0.17	e = 1.00	0.02	-----	4.71 W/K
Okno 82 MD 3.sk	3.2	0.80	e = 1.15	0.40	-----	4.42 W/K
Podlaha na zemině - vlysy	17.6	0.18	Gw= 1.00	-----	0.14	1.24 W/K
Stěna k 1.03	5.4	0.51	f _i = -0.11	0.02	-----	-0.33 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 351 W, tj. 9.8 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 207 W, tj. 6.0 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 559 W, tj. 7.9 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	9	Název místnosti :	Schodiště
Půd. plocha A :	7.2 m ²	Objem vzduchu V :	32.9 m ³
Exp. obvod P :	10.8 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Šikmina nad 2NP	6.7	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.80 W/K
Strop nad 2NP	1.7	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.20 W/K
Podlaha na zemině - epoxy	7.2	0.21	Gw= 1.00	-----	0.16	0.57 W/K
Stěna k 1.10	11.0	0.17	bu= 0.33	0.20	-----	1.34 W/K
Stěna k 1.05	7.1	1.22	f _i = 0.14	0.02	-----	1.26 W/K
Stěna k 1.01	5.5	1.22	f _i = 0.14	0.02	-----	0.98 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 180 W, tj. 5.0 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 196 W, tj. 5.6 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 376 W, tj. 5.3 % z celkové ztráty budovy

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem F_{i,T} : 2118 W, tj. 59.2 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 2015 W, tj. 58.1 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 4134 W, tj. 58.6 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Chodba
Půd. plocha A :	9.1 m ²	Objem vzduchu V :	24.2 m ³
Exp. obvod P :	13.8 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Strop nad 2NP	8.4	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.00 W/K
Prostup na půdu	0.8	0.66	e = 1.00	0.50	-----	0.89 W/K
Stěna k 2.06	1.8	1.77	f _i = -0.11	0.02	-----	-0.36 W/K
Dveře dřevěné plné	1.8	2.00	f _i = -0.11	0.02	-----	-0.42 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírážka na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 39 W, tj. 1.1 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 144 W, tj. 4.1 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 183 W, tj. 2.6 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	2	Název místnosti :	Pokoj
Půd. plocha A :	19.9 m ²	Objem vzduchu V :	47.7 m ³
Exp. obvod P :	18.7 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	10.3	0.17	e = 1.00	0.02	-----	1.96 W/K
Okno 82 MD 3.sk	2.4	0.80	e = 1.15	0.40	-----	3.31 W/K
Strop nad 2NP	12.7	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.52 W/K
Šikmina nad 2NP	15.4	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.85 W/K
Stěna ke garáži	7.4	0.17	bu = 0.40	0.02	-----	0.56 W/K
Strop k 1.05	9.8	0.42	f _i = 0.14	0.02	-----	0.62 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírážka na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 347 W, tj. 9.7 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 284 W, tj. 8.2 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 631 W, tj. 8.9 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	3	Název místnosti :	Pokoj
Půd. plocha A :	20.8 m ²	Objem vzduchu V :	49.8 m ³
Exp. obvod P :	18.4 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n ₅₀ :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	19.1	0.17	e = 1.00	0.02	-----	3.53 W/K
Okno 82 MD 3.sk	2.4	0.80	e = 1.15	0.40	-----	3.31 W/K
Strop nad 2NP	12.7	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.52 W/K
Šikmina nad 2NP	15.4	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.85 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírážka na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 361 W, tj. 10.1 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 297 W, tj. 8.5 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 658 W, tj. 9.3 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	4	Název místnosti :	Šatna
Půd. plocha A :	7.8 m ²	Objem vzduchu V :	14.4 m ³
Exp. obvod P :	11.3 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n ₅₀ :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	3.7	0.17	e = 1.00	0.02	-----	0.71 W/K
Strop nad 2NP	2.6	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.31 W/K
Šikmina nad 2NP	6.8	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.81 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírážka na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 64 W, tj. 1.8 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 86 W, tj. 2.5 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 150 W, tj. 2.1 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	5	Název místnosti :	Pokoj
Půd. plocha A :	18.8 m ²	Objem vzduchu V :	33.0 m ³
Exp. obvod P :	17.4 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	16.5	0.17	e = 1.00	0.02	-----	3.13 W/K
Okno 82 MD 3.sk	2.4	0.80	e = 1.15	0.40	-----	3.31 W/K
Strop nad 2NP	9.6	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.15 W/K
Šikmina nad 2NP	10.8	0.10	e = 1.00	0.02	-----	1.29 W/K
Stěna k 2.06	4.9	1.22	f,i = -0.11	0.02	-----	-0.70 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem Fi,T : 287 W, tj. 8.0 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním Fi,V : 197 W, tj. 5.7 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková Fi,HL : 483 W, tj. 6.9 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	6	Název místnosti :	Koupelna
Půd. plocha A :	11.0 m ²	Objem vzduchu V :	18.1 m ³
Exp. obvod P :	13.9 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	24.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.5 1/h
Výměna n50 :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna Porotherm	14.8	0.17	e = 1.00	0.02	-----	2.82 W/K
Okno 82 MD 3.sk	0.7	0.80	e = 1.15	0.40	-----	0.97 W/K
Strop nad 2NP	5.5	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.66 W/K
Šikmina nad 2NP	6.4	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.76 W/K
Stěna k 2.07 a 2.01	7.6	2.10	f,i = 0.10	0.02	-----	1.65 W/K
Dveře dřevěné plné	1.8	2.00	f,i = 0.10	0.02	-----	0.38 W/K
Stěna k 2.05	5.0	2.10	f,i = 0.10	0.02	-----	1.08 W/K
Strop k 1.02	3.5	0.43	f,i = 0.10	0.02	-----	0.16 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem Fi,T : 330 W, tj. 9.2 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním Fi,V : 397 W, tj. 11.4 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková Fi,HL : 728 W, tj. 10.3 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	7	Název místnosti :	Šatna
Půd. plocha A :	5.3 m ²	Objem vzduchu V :	8.8 m ³
Exp. obvod P :	9.7 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	podlahové vytápění
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n ₅₀ :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	2.6	0.17	e = 1.00	0.20	-----	0.98 W/K
Strop nad 2NP	1.6	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.19 W/K
Šikmina nad 2NP	4.6	0.10	e = 1.00	0.02	-----	0.55 W/K
Stěna k 2.07	5.7	1.22	f _i = -0.11	0.02	-----	-0.80 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírážka na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 32 W, tj. 0.9 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 53 W, tj. 1.5 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 85 W, tj. 1.2 % z celkové ztráty budovy

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem F_{i,T} : 1460 W, tj. 40.8 % z celkové ztráty prostupem
 Ztráta větráním F_{i,V} : 1456 W, tj. 41.9 % z celkové ztráty větráním
 Ztráta celková F_{i,HL} : 2916 W, tj. 41.4 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C

Označ. místnosti a název	Tep- lota T_i [C]	Podlah. plocha A_f [m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta F_{iHL} [W]	% z celk. F_{iHL}	Podíl $F_{iHL}/(T_i - T_e)$ [W/K]
1 Zádveří	15.0	3.9	8.3	54	1.3%	3.07
2 Šatna	15.0	5.8	11.0	71	1.0%	2.38
3 Koupelna	24.0	4.8	10.3	470	6.7%	12.05
4 Chodba	20.0	6.7	17.8	158	2.2%	4.51
5 Technická míst.	15.0	10.9	25.1	47	0.7%	1.57
6 Obývací pokoj	20.0	39.1	88.2	1485	21.1%	42.41
7 Kuchyně	20.0	14.0	30.6	876	12.4%	25.03
8 Pokoj	20.0	17.6	34.9	559	7.9%	15.97
9 Schodiště	20.0	7.2	32.9	376	5.3%	10.75
1 Chodba	20.0	9.1	24.2	183	2.6%	5.22
2 Pokoj	20.0	19.9	47.7	631	8.9%	18.02
3 Pokoj	20.0	20.8	49.8	658	9.3%	18.79
4 Šatna	20.0	7.8	14.4	150	2.1%	4.27
5 Pokoj	20.0	18.8	33.0	483	6.9%	13.80
6 Koupelna	24.0	11.0	18.1	728	10.3%	18.66
7 Šatna	20.0	5.3	8.8	85	1.2%	2.42
Součet:		202.7	455.1	7050	100.0%	197.55

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 7.050 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ 3.578 kW 50.8 %

Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ 3.471 kW 49.2 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Obvodová stěna Porotherm	0.941 kW	13.3 %	158.5 m2	5.9 W/m2
Vstupní dveře	0.083 kW	1.2 %	2.4 m2	34.5 W/m2
Podlaha na zemi - dlažba	0.081 kW	1.2 %	35.2 m2	2.3 W/m2
Stěna k 1.04	-0.021 kW	-0.3 %	2.4 m2	-8.9 W/m2
Dveře dřevěné plné	0.022 kW	0.3 %	16.4 m2	1.3 W/m2
Stěna k 1.09	-0.040 kW	-0.6 %	6.6 m2	-6.1 W/m2
Okno 82 MD 3.sk	0.799 kW	11.3 %	24.7 m2	32.3 W/m2
Strop nad 2NP	0.181 kW	2.5 %	58.5 m2	3.1 W/m2
Stěna k 1.03	-0.123 kW	-1.8 %	14.5 m2	-8.5 W/m2
Stěna k 1.02	0.086 kW	1.2 %	5.4 m2	15.9 W/m2
Stěna k 1.08	0.011 kW	0.2 %	5.4 m2	2.0 W/m2
Stěna k 1.04	0.007 kW	0.1 %	6.0 m2	1.2 W/m2
Stěna k 1.05	0.125 kW	1.8 %	20.4 m2	6.1 W/m2
Stěna k 1.01	0.055 kW	0.8 %	7.9 m2	6.9 W/m2
Podlaha na zemině - epoxy	0.038 kW	0.6 %	18.0 m2	2.1 W/m2
Stěna ke garáži	0.070 kW	1.0 %	34.7 m2	2.0 W/m2
Stěna k 1.06	-0.017 kW	-0.3 %	6.8 m2	-2.6 W/m2
Stěna k 1.07	-0.068 kW	-1.0 %	11.1 m2	-6.1 W/m2
Balkónové dveře	0.205 kW	3.0 %	5.0 m2	40.3 W/m2
Podlaha na zemině - vlysy	0.141 kW	1.9 %	56.8 m2	2.5 W/m2
Stěna k 1.05 a 1.04	0.017 kW	0.2 %	6.8 m2	2.5 W/m2
Šikmina nad 2NP	0.241 kW	3.3 %	66.0 m2	3.5 W/m2
Prostup na půdu	0.018 kW	0.3 %	0.8 m2	23.1 W/m2
Stěna k 2.06	-0.037 kW	-0.5 %	6.7 m2	-5.5 W/m2
Strop k 1.05	0.021 kW	0.3 %	9.8 m2	2.1 W/m2
Stěna k 2.07 a 2.01	0.064 kW	0.9 %	7.6 m2	8.4 W/m2

Stěna k 2.05	0.042 kW	0.6 %	5.0 m2	8.4 W/m2
Strop k 1.02	0.006 kW	0.1 %	3.5 m2	1.7 W/m2
Stěna k 2.07	-0.028 kW	-0.4 %	5.7 m2	-4.9 W/m2
Tepelné vazby	0.676 kW	9.6 %	---	---

PRŮMĚRNÝ SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Ustálený měrný tep. tok prostupem H,T (bez 15% zvýšení pro okna):	111.2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A:	459.8 m2
Výchozí hodnota průměrného součinitele prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) U _{em} ,N,20:	0.43 W/m2K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}	0.24 W/m2K

STOP, Ztráty 2015

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 6

Stanovení potřeby teplé vody a návrh zásobníku teplé vody

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Výpočet potřeby TV a výpočet potřeby tepla k přípravě TV, výpočet potřeby tepla pro vytápění, stanovení objemu zásobníku teplé vody

Výpočet potřeby teplé vody

Ve výpočtu bude počítáno s ohřevem teplé vody (TV) o teplotě 55°C pro 4 člennou domácnost. V budově je umístěno jedno umyvadlo, jedno dvojumyvadlo (ve výpočtu zahrnuta jako 2 umyvadla) jedna sprcha a 1ks vany. Celková potřeba teplé vody (TV) bude určena dle normy ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody [27].

Mytí osob

$$V_0 = n V_d = n_d U_3 \tau_d p_d \quad (6.1)$$

V_0	– potřeba teplé vody pro mytí osob	[m ³]
V_d	– objem dávky v periodě	[m ³]
n	– počet uživatelů	[-]
n_d	– počet dávek (ČSN 06 0320 – tab. C.4)	[-]
U_3	– objemový průtok teplé vody při teplotě t_3 do výtoku	[m ³ /h]
τ_d	– doba dávky	[h]
p_d	– součinitel prodloužení doby dávky	[-]

Tabulka 6.1: Údaje z normy pro výpočet potřeby vody pro mytí osob zdroj: ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody, navrhování projektování, [27]

Zař. Předmět	n [-]	n_d [-]	U_3 [m ³ /h]	τ_d [h]	p_d [-]	V_d [m ³]	V_0 [m ³ /den]
Umyvadlo	4	3	0,14	0,014	1	0,006	0,024
Sprcha	4	1	0,23	0,11	1	0,025	0,1
Vana	4	0,3	0,47	0,085	1	0,012	0,048
					Celkem:	0,043	0,172

Mytí nádobí

$$V_j = n_j \cdot V_d = \quad (6.2)$$

V_j	– potřeba teplé vody pro mytí nádobí	[m ³]
V_d	– objem dávky, vaření + výdej (ČSN 06 0320 – tab. C.2)	[m ³]
n_j	– počet jídel	[-]

Předpoklad přípravy jídel + mytí nádobí – 5x denně pro 4 osoby: $n_j = 20$

$$V_j = n_j \cdot V_d = 20 \cdot 0,002 = 0,04 \text{ m}^3 \text{ den}$$

Úklid domácnosti, mytí podlah

$$V_u = n_u \cdot V_d = \quad (6.3)$$

V_u – potřeba teplé vody pro úklid domácnosti, mytí podlah [m³]

V_d – objem dávky (ČSN 06 0320 – tab. C.2) [m³]

n_u – počet ploch – výměra – jednotka na 100m² [-]

$$V_u = \frac{193,71}{100} \cdot 0,02 \cong 0,04 \text{ m}^3/\text{den}$$

Celková potřeba vody

$$V_{2p} = V_0 + V_j + V_U = \quad (6.4)$$

V_{2p} – celková potřeba teplé vody [m³]

$$V_{2p} = 0,172 + 0,04 + 0,04 = \mathbf{0,252 \text{ m}^3/\text{den}}$$

Celková potřeba tepla během jedné periody

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = \quad (6.5)$$

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2p} (t_{TV} - t_{SV}) \quad (6.6)$$

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z \quad (6.7)$$

Q_{2p} – potřeba tepla odebraného z ohř. Během jedné periody [kWh]

Q_{2t} – teoretické teplo odbrané z ohříváče v době periody [kWh]

Q_{2z} – teplo ztracené při ohřevu a distribuci v době periody [kWh]

z – poměrná ztráta při ohřevu a distribuci – novostavby $z = 0,5$ [-]

c – měrná tepelná kapacita vody [kWh/m³K]

V_{2p} – celková spotřeba TV pro všechny osoby [m³/den]

t_{SV} – teplota studené vody [°C]

t_{TV} – teplota teplé vody [°C]

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 0,252 (55 - 10) = 13,188 \text{ kWh}$$

$$Q_{2z} = 13,188 \cdot 0,5 = 6,594 \text{ kWh}$$

$$Q_{2p} = 13,188 + 6,594 = 19,782 \text{ kWh}$$

Roční potřeba tepla na ohřev teplé vody

$$\Phi_{TV,r} = Q_{2p} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{2p} \frac{55-t_{SL}}{55-t_{SZ}} \cdot (350 - d) = \quad (6.8)$$

d – délka topného období (Blansko $d = 241$) [den]

Q_{2p} – teplo odebrané z ohříváče teplé vody [kWh/den]

t_p – denní doba provozu [h]

$$\Phi_{TV,r} = 19,782 \cdot 241 + 0,8 \cdot 19,782 \frac{55-15}{55-5} \cdot (350 - 241) = 6,3 \text{ MWh/rok}$$

Předpokládaný odběr teplé vody (TV) – křivka odběru

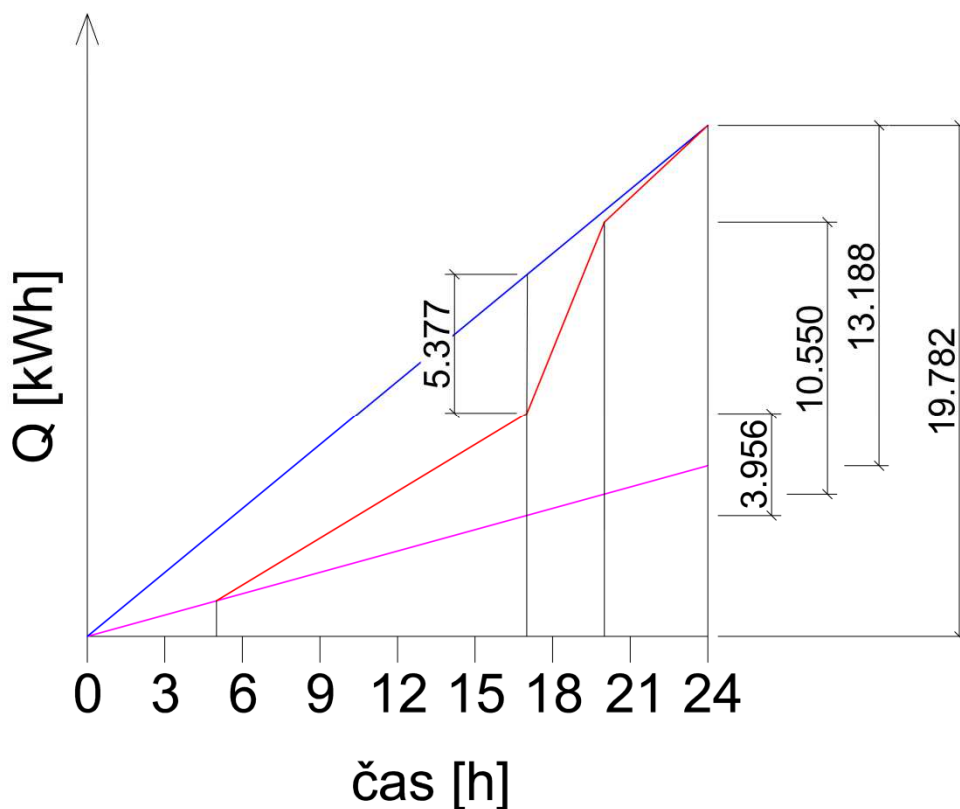
Q_{2t} – teoretické teplo odebrané z ohříváče = 13,188 kWh

Q_{2z} – teplo ztracené při ohřevu a distribuci = 6,594 kWh

Tabulka 6.2: Procentuální rozložení předpokládaného tepla pro ohřev TV

Od 5 do 17 hodin	30 %	$0,3 \cdot 13,188 = 3,956 \text{ kWh}$
Od 17 do 20 hodin	50 %	$0,5 \cdot 13,188 = 6,594 \text{ kWh}$
Od 20 do 24 hodin	20%	$0,2 \cdot 13,188 = 2,638 \text{ kWh}$

Určení $\Delta Q_{max} = 5,377 \text{ kWh}$ (odečteno z grafu)



Graf 6.1: Křivky dodávky a odběru tepla při ohřevu vody

Stanovení objemu zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{(c \cdot (t_{TV} - t_{SV}))} = \quad (6.9)$$

V_z – objem zásobníku teplé vody [m³]

ΔQ_{max} – max. rozdíl tepla mezi křivkou dodávky Q_{2p} a odběru t. Q [kWh/den]

c – měrná tepelná kapacita vody [kWh/m³ K]

t_{SV} – teplota studené vody [°C]

t_{TV} – teplota teplé vody [°C]

$$V_z = 5,377 / 1,163 \cdot (55 - 10) = \mathbf{0,103 \text{ m}^3} = \mathbf{103 \text{ l}}$$

Tepelný výkon pro ohřev TV

$$\Phi_{TV} = \frac{Q_{2p}}{t_p} = \quad (6.10)$$

Φ_{TV} – tepelný výkon zdroje [kW]

Q_{2p} – teplo odebrané z ohřívače teplé vody [kWh/den]

t_p – denní doba provozu [h]

$$\Phi_{TV} = 19,782 / 24 = \mathbf{0,824 \text{ kW}}$$

Výpočet roční spotřeby tepla na vytápění a teplou vodu

Lokalita (Tabulka)		<input type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$???	
Město	Blansko (Dolní Lhota)	Délka topného období	$d = 241$ [dny]
Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15$ $^{\circ}\text{C}$	Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 3.7$ $^{\circ}\text{C}$		

<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_c = 7.05$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20$ $^{\circ}\text{C}$??? Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3928$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0.85$??? $\eta_o = 0.95$??? $e_t = 0.90$??? $\eta_r = 0.95$??? $e_d = 1.00$??? Opravný součinitel ε ??? <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$ <input type="radio"/> $\varepsilon = 0.765$ $Q_{vYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{vYT,r} = \left\langle \begin{array}{c} 58 \text{ GJ/rok} \\ 16.1 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\rangle$	<input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody $t_1 = 10$ $^{\circ}\text{C}$??? $\rho = 1000$ kg/m ³ ??? $t_2 = 55$ $^{\circ}\text{C}$??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 0.252$ m ³ /den ??? Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.5$??? Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 19.8$ kWh Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ $^{\circ}\text{C}$ Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ $^{\circ}\text{C}$ Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0.8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \left\langle \begin{array}{c} 22.8 \text{ GJ/rok} \\ 6.3 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\rangle$
---	---

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody	
$Q_r = Q_{vYT,r} + Q_{TUV,r} = \left\langle \begin{array}{c} 80.8 \text{ GJ/rok} \\ 22.4 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\rangle$	

Obrázek 6.1 Výpočet roční spotřeby tepla na vytápění a teplou vodu, zdroj: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody> [28]

Výpočet potřeby tepla na vytápění

Hodinová potřeba tepla na vytápění

$$Q_{VYT,h} = Q_C = \quad (6.11)$$

$Q_{VYT,h}$ – hodinová potřeba tepla [kWh]

Q_C – tepelná ztráta objektu [kWh]

$$Q_{VYT,h} = Q_C = \mathbf{7,050 \text{ kW/h}}$$

Denní potřeba tepla na vytápění

$$Q_{VYT,d} = 24 \cdot Q_{C,VYT,h} = \quad (6.12)$$

$Q_{VYT,d}$ – denní potřeba tepla [kWh]

$Q_{VYT,h}$ – hodinová potřeba tepla [kWh]

24 – počet hodin během dne [h]

$$Q_{VYT,d} = 24 \cdot Q_{C,VYT,h} = 24 \cdot 7,050 = \mathbf{169,2 \text{ kWh/den}}$$

Roční potřeba tepla na vytápění

Otopné období je stanoveno dle vyhlášky 194/2007 Sb. [35] období od 1. září do 31. Května následujícího roku.

Výpočet proveden za pomoci stránek www.tzb-info.cz [28]

Výpočet roční spotřeby tepla na vytápění a teplou vodu

Lokalita (Tabulka)		<input type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$???	
Město	Blansko (Dolní Lhota)	Délka topného období	$d = 241$ [dny]
Venkovní výpočtová teplota $t_e =$	$-15\text{ }^{\circ}\text{C}$	Prům. teplota během otopného období $t_{es} =$	$3.7\text{ }^{\circ}\text{C}$

<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_c = 7.05$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$??? Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3928$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0.85$??? $\eta_o = 0.95$??? $e_t = 0.90$??? $\eta_r = 0.95$??? $e_d = 1.00$??? Opravný součinitel ε ??? <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$ <input type="radio"/> $\varepsilon = 0.765$ $Q_{vYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{vYT,r} = \left\langle \begin{array}{l} 58 \text{ GJ/rok} \\ 16.1 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\rangle$	<input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody $t_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$??? $\rho = 1000$ kg/m ³ ??? $t_2 = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 0.252$ m ³ /den ??? Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.5$??? Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 19.8 \text{ kWh}$ Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0.8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \left\langle \begin{array}{l} 22.8 \text{ GJ/rok} \\ 6.3 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\rangle$
---	---

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody	
$Q_r = Q_{vYT,r} + Q_{TUV,r} =$	$\left\langle \begin{array}{l} 80.8 \text{ GJ/rok} \\ 22.4 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\rangle$

Obrázek 6.2 Výpočet roční spotřeby tepla na vytápění a teplou vodu, zdroj: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody> [28]

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 7

Návrh a výpočet vytápění budovy – Návrh zdroje tepla

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Návrh zdroje tepla

Vstupní parametry

Tepelná ztráta objektu – návrh otopné soustavy: 7,05 kW

Tepelný výkon pro ohřev TV: 0,824 kW

Celkový požadovaný výkon zdroje tepla

$$P_{celk} = 7,874 \text{ kW}$$

Navržený zdroj tepla

- navrženo tepelné čerpadlo IVT GEO 312 C – země/voda. Za princip zisku energie pro tepelné čerpadlo byl zvolen systém země / voda. Tepelné čerpadlo odebírá teplo prostřednictvím solankového systému s meandrovým uložením potrubí. Tento systém byl zvolen vzhledem k velké ploše pozemku.
- Zdroj tepla má v sobě vestavěný zásobník na 190l, tento zásobník dostatečně postačuje a poskytuje rezervu i pro více než 4 osoby (výhled). Dále se na pozemku nabízí možnost vybudování bazénu.
- Technické provedení zemního kolektoru bude „skandinávské“ tzn. dimenze potrubí 40 x 3,7, délka smyček 300 m, rozteč mezi potrubím 1 m, prostřednictvím solankového systému s meandrovým uložením potrubí. Hloubka uložení bude od 1,1 do 1,5 m. Přesná hloubka uložení bude určena na základě geologických poměrů v místě stavby. Při návrhu byla respektována norma německá VDI 4640 [9].
- Tepelné čerpadlo má integrovaný nerezový zásobník vody o objemu 190 litrů. Kotel je vybaven kaskádním spínáním 3–6–9 kW. Dále je součástí kotle ekvitermní regulátor REGO 2000 s IP modulem pro dálkové ovládání. V kotli jsou elektronicky řízená oběhová čerpadla. Rozsah výkonu kotle je regulovatelný 3 – 12 kW.
- Při instalaci tepelného čerpadla bude použit akumulátor IVT a to z důvodu kombinace s fotovoltaickými panely. Navržen je 4 trubkově připojený akumulátor IVT typu BC 120/3.

Veškeré materiály získány po konzultaci a na stránkách <http://www.cerpadla-ivt.cz/> [36]

Příslušenství tepelného čerpadla:

1. Tepelné čerpadlo
2. Čidlo teploty topné vody
3. Prodlužovací kabel čidla teploty
4. Stavěcí nožičky
5. Návod
6. Filtrball pro teplou stranu TČ
7. Venkovní čidlo
8. Šroubení pro oběhové čerpadlo topného systému
9. Oběhové čerpadlo topného systému
10. Těsnění pro oběhové čerpadlo
11. Expanzní nádoba 4 litry na studenou stranu TČ
12. Pojistný ventil 4 bar pro studenou strany TČ
13. Napouštěcí sestava studené strany TČ vč. filtrballu
14. Zkrat na teplou stranu TČ
15. T-kusy pro napojení zkratu na teplou stranu TČ
16. Konektor kit
17. Akumulátor tepla typu BC 120/3
18. 3-cestný ventil LK841 G 1“ K/VS=6,3 m³/h
19. Prostorový termostat regulace TČ REGO 2000

IVT GEO 312 C – země/voda



Technický list zdroje tepla <http://www.cerpadla-ivt.cz/> [36]

- Vhodné do maximální tepelné ztráty 15 kW
- Plynule řízený výkon kompresoru
- Vysoký SCOP 5,6
- Minimální startovací proud

IVT GEO 312 C	
Topný výkon	
Hodnota výkonu	kW
Topný výkon při 0 °C / 35 °C ¹⁾	3 – 12 11,8
Parametry dle EN 14825	
Energetická třída (systém s regulací)	A+++
Energetická třída (bez regulace/chlazení vody)	A++ / A
SCOP studené klima, vysokotepelní systém ²⁾	4,1 P-design 10 kW
SCOP studené klima, nízkotepelní systém ²⁾	5,6 P-design 11 kW
Teplá voda	
Oteplení zásobníku, teplá voda	180
Množství vody o teplotě 40 °C	280
Převodní tlak min / max	2 / 10 bar
Připojení (mraz)	Ø 22 mm
Primární okruh	
Čerpadlo primárního okruhu	A-třída LEP
Externí tlak min / max	0,5 / 3 bar
Připojení (mraz)	Ø 28 mm
Topný okruh	
Čerpadlo topného okruhu	A-třída LEP
Externí tlak min / max	0,5 / 3 bar
Maximální výstupní teplota	83 °C
Připojení (mraz)	Ø 28 mm
Chladič okruh	
Kompresor	Twin Rotary
Množství chladiva R410A	2,39 kg
Vysokotlaký přesostát	43,2 bar
Elektro	
Elektrické připojení	400V 3N–50Hz
Max. příkon při 1. kompresoru	7,5 A
Max. příkon při 2. kompresoru	25 A
Jistič pro velikost do 100 A / 3 / 8 kW	16 / 20 / 25 A
Elektrické krytí	IP X1
Ostatní	
Nominální akustický výkon (B0%, 55 °C) ³⁾	43 dB(A)
Rozsah akustického výkonu (min / max, 55 °C)	38 – 43 dB(A)
Rozměry	800 x 690 x 1490 mm

¹⁾ Hodnoty dle EN 14811 ²⁾ Hodnoty dle EN 14825 ³⁾ Hodnoty dle EN 12102



Vybavení tepelného čerpadla

Instalováno uvnitř

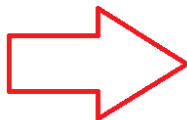
- Nerezový zásobník teplé vody 190 l
- Elektrický kotlík s kaskádním spirálním 3–6–9 kW.
- Elektronický regulátor REGO 2000 s IP modulem pro dálkové ovládání. Možnost rozšíření regulátoru pro řízení až tří smíšených okruhů, řízení ohřevu bazény.
- Elektronický řízená obdvojitelná čerpadla primárního i sekundárního okruhu.
- Pružné hadice pro tlumení chvění tepelného čerpadla.

V příslušenství (zahrnuje v ceně)

- Expanzní nádoba a pojisný ventil primárního okruhu, filtry pro primární i sekundární okruh (filterball), přídavní sestava.
- Venkovní čidlo pro elektronický regulátor.

Akumulátory IVT

- Vhodné pro kombinaci s tepelnými čerpadly
- 4-trubkové připojení (vyjma BC 040/3)
- Nutné pro systémy s kolísajícím průtokem topné vody nebo připojení k VZT
- Doporučená velikost akumulátoru 10–20 l/kW tepelného čerpadla
- Nehodí se jako akumulátor chladu! (BC 120 je možné použít)
- Na vyžádání možno dodat s maximálním tlakem 6 bar (BC 500/6, BC 750/6)
- Dodávané včetně izolace a opláštění (BC 040 bez opláštění)



AKUMULÁTORY IVT		BC 040/3	BC 100/3	BC 120/3	BC 300/3	BC 500/3	BC 750/3
Objem	l	40	100	120	300	500	750
Šířka/hloubka	mm	Ø 325	Ø 400	Ø 580	600	700	Ø 980
Výška	mm	610	1545	800	1600	1700	1830
Připojení topné vody		1" vnitřní	1" vnitřní	1" vnitřní	5/4" vnitřní	2" vnitřní	2" vnitřní
Jednotka čidla/připojení teplotoměru	mm	—	Ø 9	Ø 9	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní
Vypouštění		—	—	1/2" vnitřní	KK DN20	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní
Maximální povolený tlak	bar	3	3	3	3	3	3
Připojení elektropatrony		—	—	—	—	2" vnitřní	2" vnitřní
Vhodné i pro chlazení		NE	NE	ANO	NE	NE	NE
Hmotnost bez vody	kg	15	47	50	77	120	140

Volitelné příslušenství akumulátoru:

- Elektropatrona 6 nebo 9 kW



VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 8

Návrh a výpočet vytápění budovy – Návrh fotovoltických panelů

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Návrh fotovoltaických panelů

Technický popis

Na RD bude použita Hybridní fotovoltaická elektrárna JA SOLAR 7,5 kWp / 8kW, která je určena pro rodinné domy. Výhodou návrhu tohoto hybridního systému je, že téměř celá vyrobená elektřina z fotovoltaických panelů je použita pro vlastní spotřebu, a to buď ve formě elektrické energie, nebo pro přitápění k ohřevu TUV. Fotovoltaické panely budou umístěny na sedlové střeše orientací směrem na jih.

Energie z fotovoltaických panelů bude primárně sloužit pro chod tepelného čerpadla a vytápění, tak není nutné uvažovat o dodávkách přebytků elektrické energie do distribuční soustavy. Systém bude vybírat aktuální nejlevnější zdroj tepla na základě stavu akumulátoru, aktuální výroby z fotovoltaických panelů, teploty v zásobníku tepelného čerpadla nebo aktuální sazby nízkého tarifu elektřiny.

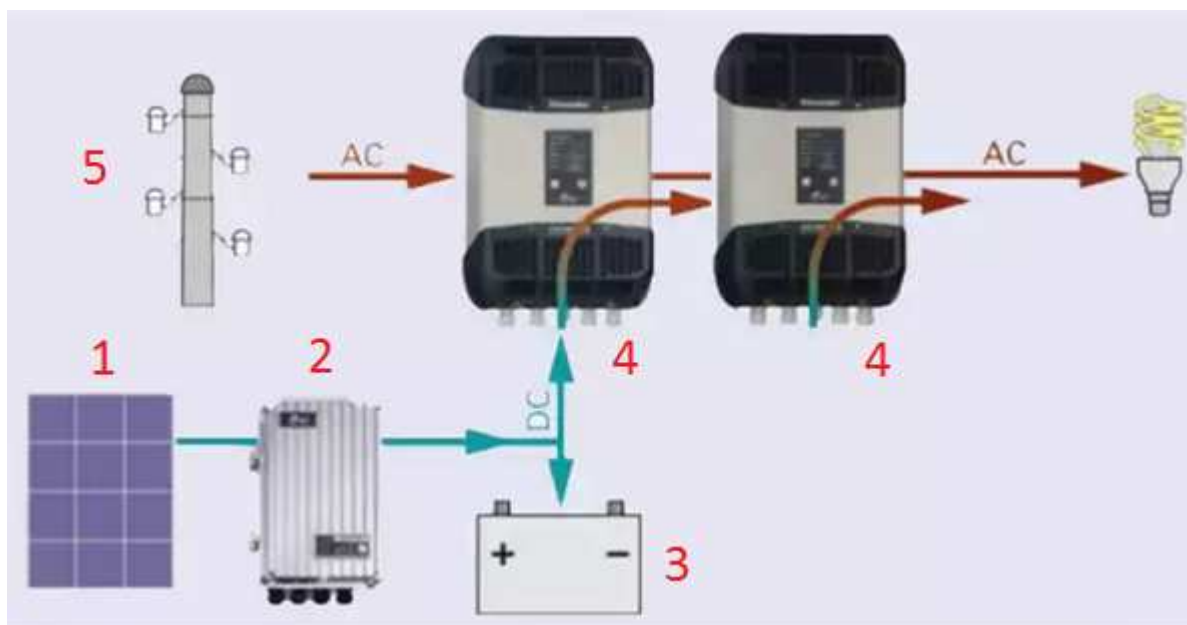
Při výběru typu hybridní fotovoltaické elektrárny byla využita literatura od Matuška T., Libra, M. a Poulek V., Haselhuhn, R. [10,11,12] a stránky dodavatele hybridní fotovoltaické elektrárny www.solarni-panely.cz [13].

Je nutné použít set roznášecí konstrukce na střechu, který roznese zatížení od nově instalovaných panelů na nosné konstrukce střechy a budovy. Celkové přetížení střechy včetně nosných konstrukcí panelů bude 900 kg. Z toho vychází, že přetížení na 1m² střechy je 16,53 kg/m², tj. 0,165 kN/m².

Propojení fotovoltaické elektrárny (FV) a tepelného čerpadla (TČ) bude provedeno přes speciální externí kontakt na TČ. Na tento kontakt se přivede signál z FV, a pokud je k dispozici výkon z FV, v tom případě TČ startuje a přehřeje zásobník teplé vody a v zimě i topnou vodu na předem nastavenou teplotu. Pokud TČ dosáhne svou maximální teplotu na výstupu, ohřívá TČ akumulátor tepla na maximální teplotu.

Hybridní fotovoltaická elektrárna se bude sestávat z těchto prvků:

- 30 ks fotovoltaického panelu Trina Solar TSM 255 PC05A Honey, 255Wp
- 1 ks trakčního kyselinového akumulátoru 1000Ah, 48V (min. 1500 cyklů při 80% vybití)
- 2 ks solárního regulátoru Studer Innotec VT-80A
- 2 ks hybridního solárního měniče Studer Innotec XTM 4000-48, čistá sinusovka



Obrázek 8.1: Blokové schéma Hybridní fotovoltaické elektrárny <http://solarni-panely.cz> [13]

1 – Fotonvoltaický panel Trina Solar TSM 255 PC05A Honey, 255Wp

2 – Solární regulátor Studer Innotec VT-80A

3 – Solární trakční kyselinový akumulátor 1000Ah

4 – Hybridní solární měnič Studer Innotec XTM 4000-48

5 – NN připojení z veřejné sítě

Technické listy:

Fotovoltaický panel Trina Solar TSM 255 PC05A Honey, 255Wp

www.solarni-panely.cz [13]

Mono

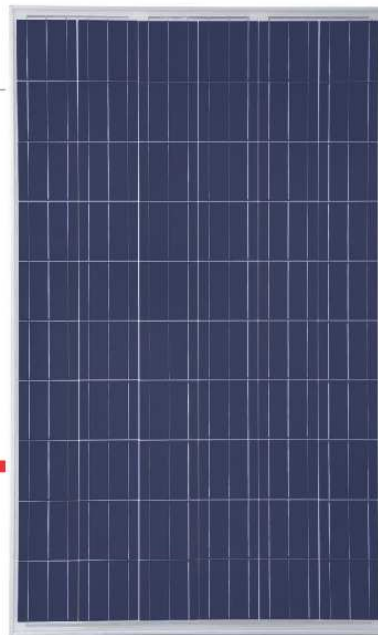
Multi

Solutions

TSM-PC05A TSM-PA05A

THE Honey MODULE

by Trina Solar



15.9%
MAX EFFICIENCY

260W
MAX POWER OUTPUT

10 YEAR
PRODUCT WARRANTY

25 YEAR
LINEAR POWER WARRANTY

Founded in 1997, Trina Solar is a vertically integrated PV manufacturer, involved in the production of ingots, wafers and cells to the assembly of high quality modules, using both mono and multicrystalline technologies. As of July 2011, the Company has already achieved an annualized nameplate module capacity of approximately 1.9GW. Trina Solar's wide range of products are used in residential, commercial, industrial and public utility applications throughout the world.

Only by matching an efficient cost-structure with proven performance will we as an industry achieve grid parity. And at Trina Solar, we have both.

Trina Solar Limited
www.trinasolar.com

Trina Solar
The power behind the panel



Module can bear snow loads up to **5400Pa** and wind loads up to **2400Pa**



Guaranteed power output
0~+3%



High performance under low light conditions
Cloudy days, mornings and evenings



Independently certified by **international certification bodies**



Manufactured according to International Quality and Environment Management System Standards
ISO9001, ISO14001

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

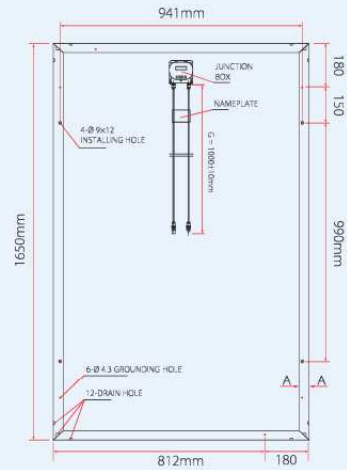
10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



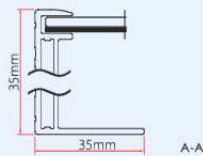
TSM-PC05A / TSM-PA05A THE Honey MODULE

by TrinaSolar

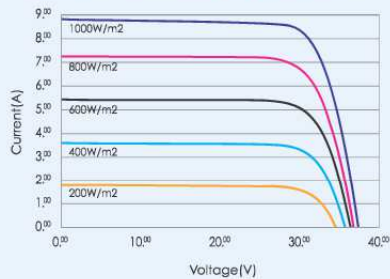
DIMENSIONS OF PV MODULE TSM-PC/PA 05A



Back View



I-V CURVES OF PV MODULE TSM-250 PC/PA 05A



Average efficiency reduction of 4.5% at 200W/m² according to EN 60904-1.

CERTIFICATION



ELECTRICAL DATA @ STC	TSM-245 PC/PA05A	TSM-250 PC/PA05A	TSM-255 PC/PA05A	TSM-260 PC/PA05A
Peak Power Watts-P _{MAX} (Wp)	245	250	255	260
Power Output Tolerance-P _{MAX} (%)	0/+3	0/+3	0/+3	0/+3
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	30.2	30.5	30.9	31.3
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	8.12	8.20	8.26	8.31
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	37.7	37.8	38.0	38.2
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	8.83	8.90	8.95	9.02
Module Efficiency η _m (%)	15.0	15.3	15.6	15.9

Values at Standard Test Conditions STC (Air Mass AM1.5, Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C).

ELECTRICAL DATA @ NOCT	TSM-245 PC/PA05A	TSM-250 PC/PA05A	TSM-255 PC/PA05A	TSM-260 PC/PA05A
Maximum Power (W)	180	183	187	191
Maximum Power Voltage (V)	27.4	27.7	28.0	28.2
Maximum Power Current (A)	6.56	6.62	6.68	6.76
Open Circuit Voltage (V)	34.6	34.8	34.9	35.1
Short Circuit Current (A)	7.14	7.20	7.24	7.30

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1M/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Multicrystalline 156 × 156mm (6 inches)
Cell orientation	60 cells (6 × 10)
Module dimension	1650 × 992 × 40mm (64.95 × 39.05 × 1.57 inches)
Weight	19.5kg (43.0 lb)
Glass	High transparency solar glass 3.2mm (0.13 inches)
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP 65 rated
Cables / Connector	Photovoltaic Technology cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), 1000mm (39.4 inches), MC4

TEMPERATURE RATINGS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	46°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P _{MAX}	-0.41%/°C
Temperature Coefficient of V _{OC}	-0.32%/°C
Temperature Coefficient of I _{SC}	0.053%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1000V DC (IEC)/600V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	15A

WARRANTY

10 year workmanship warranty
25 year linear performance warranty
(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 25 pcs
Modules per 40' container: 650 pcs

TSM_EN_Dec_2011



MPPT solar charge controller

VarioTrack

Maximize the energy generated from solar panels by adding a **VarioTrack** solar charge controller with maximum power point tracker (MPPT) to any solar installation.

VT-80
VT-65

The solar charge controller, **VarioTrack**, contains the MPPT algorithm that continuously tracks the maximum power point and automatically charges the batteries in an optimal way with all the available solar power.

65 or 80A / Battery voltage: 12-24-48V
up to 150V input PV voltage range



Product features

- Easy and safe commissioning with full protection against incorrect wiring
- Rugged and durable, this device is designed to perform in harsh environmental conditions (IP54)
- High conversion efficiency, 98%
- Up to 15 **VarioTrack** in parallel
- 4 step charger for longer battery life
- Low self-consumption : <1W in night time mode
- Display with 7 LEDs showing status and current
- Comprehensive display, programming and datalogging with RCC-02/-03
- Optimal usage in an **Xtender** system with a synchronized battery management

www.studer-innotec.com



VarioTrack

VT-80

VT-65

Electrical characteristics PV array side	VT-65			VT-80		
	12 V	24 V	48 V	12 V	24 V	48 V
Maximum Solar power recommended (@STC)	1000 W	2000 W	4000 W	1250 W	2500 W	5000 W
Maximum Solar Open Circuit Voltage	80 Vdc	150 Vdc		80 Vdc	150 Vdc	
Maximum Solar functional circuit voltage	75 Vdc	145 Vdc		75 Vdc	145 Vdc	
Electrical characteristics Battery side						
Maximum Output Current	65 A			80 A		
Nominal Battery Voltages	automatic / manual set to 12, 24 or 48 Vdc					
Operating voltage range	above battery voltage, minimum 7 V					
Performances of the device						
Power Conversion Efficiency (in a 48 V typical-system)	98 %					
Maximum Stand-By Self-consumption (48 V)	25 mA > 1.2 W					
Maximum Stand-By Self-consumption (24 V)	30 mA > 0.8 W					
Maximum Stand-By Self-consumption (12 V)	35 mA > 0.5 W					
Charging stages	4 stages : Bulk, Absorption, Float, Equalization					
Battery temperature compensation (available with accessory BTS-01)	-3 mV /°C /cell [25°C ref] default value adjustable -8 to 0 mV /°C					
Electronic protections						
PV reverse polarity	protected					
Battery reverse polarity	up to -150 Vdc					
Battery overvoltage	up to 150 Vdc					
Over temperature	protected					
Reverse current at night	prevented by relays					
Environment						
Operating Ambient Temperature Range	-20 to 55°C					
Humidity	100 %					
Ingress Protection of enclosures	IP54, IEC/EN 60529:2001					
Mounting location	indoor					
General data						
Warranty	5 years					
Weight	5.2 kg			5.5 kg		
Dimensions h/w/l [mm]	120 / 220 / 310			120 / 220 / 350		
Parallel operation (separated PV arrays)	up to 15 devices					
Max wire size	35 mm2					
Glands	M 20 x 1,5					
Communication						
Network Cabling	STUDER communication BUS					
Remote Display and Controller	RCC-02/-03 / Xcom-232i					
Menu languages	English / French / German / Spanish					
Data Logging	With RCC-02/03 on SD card - One point every minute					
Accordance to standards						
CE compliant	EMC 2004/108/CE · LV 2006/95/CE · RoHS 2002/95/CE					
Safety	IEC/EN 62109-1:2010					
EMC (Electro Magnetic Compatibility)	IEC/EN 61000-6-3:2011 · IEC/EN 61000-6-1:2005					

Accessories (optional):



RCC-02
Remote control and
programming center
(Wall mounted)



RCC-03
Remote control and
programming center
(Panel mounted)



BTS-01
Battery temperature
sensor

Solární trakční kyselinový akumulátor 1000Ah

Solární trakční kyselinový akumulátor SOL48/1000 je velmi vhodný pro **solární fotovoltaické aplikace**, kterou je hybridní fotovoltaická elektrárna, nebo-li HFVE. Předpokládaná životnost tohoto trakčního akumulátoru je cca 1500 cyklů při 80% vybití. Předpokládaná životnost v klasické fotovoltaické instalaci v letech je pak přibližně 10 let. Uvedená cena trakčního kyselinového akumulátoru zahrnuje aquamatic (AQM), barel na doplňování destilované vody (20l), elektrolytu a dopravu.

Rozměry jednoho 2V článku: 198x155x600mm

Hmotnost jednoho 2V článku: 53,1 kg

Počet 2V článků v sestavě: 24 ks

Nominální napětí: 48V



Obr. 8.2: Solární trakční kyselinový akumulátor

<http://solarni-panely.cz> [13]

Hybridní solární měnič Studer Innotec XTM 4000-48 www.solarni-panely.cz [13]

Xtender series



Model	XTS 900-12	XTS 1200-24	XTS 1400-48	XTM 1500-12	XTM 2000-12	XTM 2400-24	XTM 2600-48	XTM 3500-24	XTM 4000-48	XTH 3000-12		XTH 5000-24	XTH 6000-48	XTH 8000-48
Inverter														
Nominal battery voltage	12V	24V	48V	12V		24V	48V	24V	48V	12V		24V	48V	
Input voltage range	9.5 - 17V	19 - 34V	38 - 68V	9.5 - 17V		19 - 34V	38 - 68V	19 - 34V	38 - 68V	9.5 - 17V		19 - 34V	38 - 68V	
Continuous power @ 25°C	650**/500VA	800**/650VA	900**/750VA	1500VA	2000VA		3000VA		3500VA	2500VA		4500VA	5000VA	7000VA
Power 30 min. @ 25°C	900**/700VA	1200**/1000VA	1400**/1200VA	1500VA	2400VA		2600VA		3500VA	3000VA		5000VA	6000VA	8000VA
Power 5 sec. @ 25°C	2.3kVA	2.5kVA	2.8kVA	3.4kVA	4.8kVA		6.5kVA		9kVA	10.5kVA	7.5kVA	12kVA	15kVA	21kVA
Maximum load	Up to short-circuit													
Maximum asymmetric load	Up to Pcont.													
Load detection (stand-by)	2 to 25 W													
Cos φ	0.1-1													
Maximum efficiency	93%	93%	93%	93%		94%	96%	94%	96%	93%		94%	96%	
Consumption OFF/Stand-by/ON	1.1W/1.4W/7W	1.2W/1.5W/8W	1.3W/1.6W/8W	1.2W/1.4W/8W	1.2W/1.4W/10W	1.4W/1.6W/9W	1.8W/2W/10W	1.4W/1.6W/12W	1.8W/2.1W/14W	1.2W/1.4W/14W		1.4W/1.8W/18W	1.8W/2.2W/22W	1.8W/2.4W/30W
Output voltage	Pure sine wave 230Vac (+/- 2%) / 120Vac ⁽¹⁾													
Output frequency	50Hz / 60Hz ⁽¹⁾ +/- 0.05% (crystal controlled)													
Harmonic distortion	<2%													
Overload and short-circuit protection	Automatic disconnection with 3 time restart attempt													
Overheat protection	Warning before shut-off - with automatic restart													
Battery charger														
Charge Characteristic	6 steps: Bulk-Absorption-Floating-Equalization-reduced floating-periodic absorption Number of steps, thresholds, end current and times completely adjustable with the RCC-02/03													
Maximum charging current	35A	25A	12A	70A	100A	55A	30A	90A	50A	160A		140A	100A	120A
Temperature compensation	With BTS-01 or BSP 500/1200													
Power Factor Correction (PFC)	EN 61000-3-2													
General data	XTS 900-12	XTS 1200-24	XTS 1400-48	XTM 1500-12	XTM 2000-12	XTM 2400-24	XTM 2600-48	XTM 3500-24	XTM 4000-48	XTH 3000-12		XTH 5000-24	XTH 6000-48	XTH 8000-48
Input voltage range	150 to 265Vac / 50 to 140Vac (1)													
Input frequency	45 to 65Hz													
Input current max. (transfer relay) / Output current max.	16A/20A									50A/56A			50A/80A	
Transfer time	<15ms													
Multifunction contacts	Module ARM-02 with 2 contacts, in option			2 independent contacts (potential free 3 points, 16Aac/5Adc)										
Weight	8.2 kg	9 kg	9.3 kg	15 kg	18.5 kg	16.2 kg		21.2 kg	22.9 kg	34 kg		40 kg	42 kg	46 kg
Dimension hxxwd [mm]	110x210x310	110x210x310	110x210x310	133x322x466				133x322x466		230x300x500		230x300x500	230x300x500	
Protection index	IP54			IP20										
Conformity	Directive EMC 2004/108/EC : EN 61000-6-1, EN 61000-6-3, EN 55014, EN 55022, EN 61000-3-2, 62040-2 Low voltage directive 2006/95/EC : EN 62040-1-1, EN 50091-2, EN 60950-1													
Operating temperature range	-20 à 55°C													
Relative humidity in operation	100%			95% without condensation										
Ventilation	Optional cooling module ECF-01			Forced from 55°C										
Acoustic level	<40dB / <45dB (without/with ventilation)													
Warranty	5 years													
Accessoires														
Remote control RCC-02 or RCC-03	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Module XCOM-232i	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Bridge XCOM-MS	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Remote Control Module RCM-10 (3 m)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
Communication module TCM-01	•	•	•											
2 aux. contacts module ARM-02	•	•	•											
Cooling Module ECF-01	•	•	•											
Battery temp. sensor BTS-01 (3 m)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Communication cable for 3ph and // CAB-RJ45-8-2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Mounting frame X-Connect										•		•	•	•

* Adjustable with the RCC-02/-03

** These features are valid only when using the cooling module ECF-01.

⁽¹⁾ With -01 at the end of the reference, means 120V/60Hz. Available for all Xtenders except XTH 8000-48

Data may change without any notice.

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 9

Návrh a výpočet vytápění budovy – Podrobný návrh a výpočet podlahového
topení

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Podrobný výpočet a návrh teplovodního podlahového vytápění

Rozvody podlahového topení jsou navrženy z potrubí typu IVAR.PEXa. Rozměry potrubí 17x2 o vnitřním průměru 13mm. Materiál trubky podlahového topení je vysokohustotní síťovaný polyetylén s difúzní kyslíkovou vrstvou EVOH označený PE-Xa. Spoje jsou provedeny svěrným šroubením řady PR. Rozvod je dělen na okruhy pro 1NP a 2NP. Pro 1NP je rozvod veden ze zdroje tepla do rozdělovače/sběrače v chodbě 1NP. Dále jsou rozvody vedeny do příslušných místností v 1NP. Hydraulická regulace je provedena na ventilech v rozdělovači/sběrači. Do 2NP je rozvod veden opět do chodby a je provedeno na ventilech v rozdělovači/sběrači. Rozdělení obou topných větví je provedeno pomocí dvoucestného rozdělovače sběrače v technické místnosti.

Sestava rozdělovače/sběrače je navržena typu IVAR.CS 553 VP, bude se jednat o 1 ks dvoucestného rozdělovače sběrače a 2ks 8mi cestných rozdělovačů sběračů. Každá sestava bude obsahovat rozdělovač s regulačními šroubeními a průtokoměry, sběrač s uzavíracími ventily, upevňovací konzoly, 2 ks kulových uzávěrů se šroubením, 2 ks průchozí mezikus s automatickým odvodušňovacím ventilem, otočným vypouštěcím ventilem a teploměrem, 2 ks zátky, instalační skříň příslušné velikosti. Popis zapojení a složení sestavy viz stránky <http://www.ivarcs.cz/> [34].

Montáž podlahového topení bude provedena na systémovou desku Toptherm TOP 301 s rastrem. Potrubí bude k podkladu uchyceno pomocí spon s obvodovou dilatací po obvodu místnosti. Byl zvolen meandrový způsob pokládky potrubí, který je výhodný pro asymetrické uspořádání prostoru.

Návrh podlahového topení respektuje normy ČSN 06 0310, ČSN EN 12 828 [29,30].

Návrh byl prodeven dle Topenářské příručky 1, 3 od Valenty V. a kol. [38,39], dále dle Diplomové práce od Jiřího Klusáka [40].

Teplota okruhu pro podlahové topení:	40/35 °C
Výkon podlahového vytápění:	6,253 kW

Níže uvedeny tabulky výpočtů podlahového topení v jednotlivých místnostech.

Tab. 9.1. Tabulka výkonu podlahového topení a výkonu topných těles.

Číslo místnosti:	Název místnosti	Výkon podlahového topení [W]	Požadovaný výkon topných těles [W]	Celková tlaková ztráta potrubí [Pa]	Hmotnostní průtoky jednotlivých potrubí [kg/h]
1.01	ZÁDVEŘÍ	97.56		70.33	16.82
1.02	ŠATNA	81.77		57.55	14.10
1.03	KOUPELNA + WC	117.14	352.86	98.06	20.20
1.04	CHODBA	393.65		599.08	67.87
1.06	OBÝVACÍ POKOJ + JÍDELNA	1654.57		11687.21	285.27
1.07	KUCHYŇSKÝ KOUT	427.11		1237.28	73.64
1.08	POKOJ	596.81		1333.96	102.90
2.01	CHODBA	377.37		647.38	65.06
2.02	POKOJ	678.90		1788.78	117.05
2.03	POKOJ	703.77		1929.45	121.34
2.04	ŠATNA	157.77		151.62	27.20
2.05	POKOJ	483.60		1141.47	83.38
2.06	KOUPELNA + WC	161.62	566.38	286.38	27.86
2.07	ŠATNA	87.16		93.73	15.03
Suma:		6253.06	919.24	21134.29	1037.72
Skutečný výkon topných těles [W]:			1000.00		
Celkový výkon topení [W]:			7253.06		

Označení potrubí	Přípojovací potrubí	Celková tlaková ztráta potrubí [Pa]	Hmotnostní průtoky jednotlivých potrubí [kg/h]
TČ - RS1	Přípojovací potrubí k RS1 potrubí k rozdělovači	5136.64	1037.72
RS1 - RS2	Přípojovací potrubí od RS1 k RS2	1461.11	580.79
RS1 - RS3	Přípojovací potrubí od RS1 k RS3	1133.94	456.93

Celková tlaková ztráta systému [Pa]:	28865.97	28.87 kPa
--------------------------------------	----------	-----------

Celkový objem trubek systému:	73.85 l
-------------------------------	---------

Tab. 9.2. Tabulka nastavení rozdělovačů RS1, RS2, RS3.

Číslo místnosti:	Nastavení regulačních šroubení na těle rozdělovače RS1		Nastavení regulačních šroubení na těle rozdělovače RS2		Nastavení regulačních šroubení na těle rozdělovače RS3	
	Pozice	Otáčky	Pozice	Otáčky	Pozice	Otáčky
1.01	10	6 _{1/4}	7	1.875		
1.02			7	1.875		
1.03			7	1.875		
1.04			9	2.250		
1.06			9	2.250		
1.07			8	2.000		
1.08			9	2.250		
2.01	11	7			9	2.250
2.02					9	2.250
2.03					9	2.250
2.04					8	2.000
2.05					8	2.000
2.06					6	1.750
2.07					5	1.500

Název místnosti:	Zádvěří
Číslo místnosti:	1.01

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Keramická dlažba	0.015	1.010	0.01
Anhydritová směs	0.043	1.2	0.04
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.05

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover EPS grey	0.14	0.032	4.38
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma b/\lambda b$			5.29

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 10.46 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 30 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 15 °C
 t_z - teplota zeminy 5 °C
 A_p - šířka plochy 1.175 m
 B_p - délka plochy 1.985 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.3 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 10.46 \text{ W/m}^2.K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l / 2)) / (m * l / 2)) + t_i \quad t_p = 24.98 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 6.84 \text{ W/m}^2.K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.18 \text{ W/m}^2.K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 8.34 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 104.34 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 3.12 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3/m \quad 0.28 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.85$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 85.58 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 0.80 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 3.92 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 11.98 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 97.56 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

92 W

Z důvodu velkého rozdílu obvodu a plochy místnosti nelze vzorec použít, určeno empiricky 14% z tepelného výkonu.

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

6.57 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 - \pi) \cdot R)$$

7.87 m

n - počet řad trubek topného hadu

6

l - rozteč trubek

0.3 m

A - délka místnosti

1.385 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

13.87 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

16.82 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

4.637 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.097

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.035 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.035 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_\phi$$

7.68

ξ - součinitel místního odporu

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

6

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

4

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čerpadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

64.32 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

6.016 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

70.33 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

1.84 l

Název místnosti:	Šatna
Číslo místnosti:	1.02

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Keramická dlažba	0.015	1.010	0.01
Anhydritová směs	0.043	1.2	0.04
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.05

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover EPS grey	0.14	0.032	4.38
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma b/\lambda b$			5.29

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 10.46 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 30 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 15 °C
 t_z - teplota zeminy 5 °C
 A_p - šířka plochy 1.1 m
 B_p - délka plochy 1.935 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.3 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33}$$

10.46 W/m².K

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l / 2)) / (m * l / 2)) + t_i$$

$t_p =$

24.98 °C

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p)$$

6.84 W/m².K

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p)$$

0.18 W/m².K

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d}$$

8.34 1/m

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i)$$

104.34 W/m²

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z)$$

3.12 W/m²

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3 / m$$

0.28 m

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m)$$

0.85

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q')$$

71.73 W

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r)$$

0.67 m²

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r)$$

3.67 m

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m)))$$

10.04 W

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o$$

81.77 W

Požadovaný výkon W

71 W

Z důvodu velkého rozdílu obvodu a plochy místnosti nelze vzorec použít, určeno empiricky 14% z tepelného výkonu.

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

5.90 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 - \pi) \cdot R)$$

7.57 m

n - počet řad trubek topného hadu

6

l - rozteč trubek

0.3 m

A - délka místnosti

1.335 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

13.57 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

14.10 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

3.886 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.116

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.030 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.030 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_\phi$$

9

ξ - součinitel místního odporu

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

6

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

6

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

52.74 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

4.803 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

57.55 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

1.80 l

Název místnosti:	Koupelna
Číslo místnosti:	1.03

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Keramická dlažba	0.015	1.010	0.01
Anhydritová směs	0.043	1.2	0.04
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.05

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover EPS grey	0.14	0.032	4.38
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma b/\lambda b$			5.29

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 10.22 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 34 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 24 °C
 t_z - teplota zeminy 5 °C
 A_p - šířka plochy 1.56 m
 B_p - délka plochy 1.96 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.2 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 10.22 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l / 2)) / (m * l / 2)) + t_i \quad t_p = 31.30 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 6.73 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.18 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 8.28 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 74.59 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 4.11 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3 / m \quad 0.28 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.68$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 102.75 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 1.31 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 4.64 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 14.39 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 117.14 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

470 W

Z důvodu velkého rozdílu obvodu a plochy místnosti nelze vzorec použít, určeno empiricky 14% z tepelného výkonu.

Nutno doplnit elektrický topný žebřík radiátor s minimálním výkonem:

352.86 W

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/I + Op$$

11.17 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 - \pi) \cdot R)$$

11.08 m

n - počet řad trubek topného hadu

9

l - rozteč trubek

0.2 m

A - délka místnosti

1.40 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

15.08 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

20.20 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

5.567 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.081

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.042 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.042 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_\phi$$

13.74

ξ - součinitel místního odporu

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

9

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

8

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

83.95 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2 / 2)$$

14.103 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

98.06 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

2.00 l

Název místnosti:	Chodba
Číslo místnosti:	1.04

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Keramická dlažba	0.015	1.010	0.01
Anhydritová směs	0.043	1.2	0.04
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.05

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover EPS grey	0.14	0.032	4.38
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma b/\lambda b$			5.29

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 9.99 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 30 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 20 °C
 t_z - teplota zeminy 5 °C
 A_p - šířka plochy 1.62 m
 B_p - délka plochy 3.9 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.3 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100)^4 - ((t_i + 273.15)/100)^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 9.99 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l/2)) / (m * l/2)) + t_i \quad t_p = 27.95 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 6.63 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.18 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 8.22 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 79.41 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 3.59 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3/m \quad 0.28 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.84$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 279.36 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 3.37 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 8.64 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 114.29 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 393.65 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

Připočítána 1/2 výkonu z 1.09 - Schodiště

346.5 W

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/I + Op$$

19.86 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 \cdot \pi) \cdot R)$$

19.83 m

n - počet řad trubek topného hadu

12

l - rozteč trubek

0.3 m

A - délka místnosti

2.23 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0.5 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

21.83 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

67.87 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

18.709 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.024

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.142 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.142 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi \phi$$

15.84

ξ - součinitel místního odporu

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

12

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

6

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

2

1

Sběrač

0.5

2

1

Suma místních ztrát u zařízení:

3

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

408.45 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

190.637 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

599.08 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

2.90 l

Název místnosti:	Obývací pokoj + jídelna
Číslo místnosti:	1.06

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.048	1.2	0.04
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.10

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover EPS grey	0.14	0.032	4.38
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma b/\lambda b$			5.29

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy	9.63 W/m ² .K
α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy	8 W/m ² .K
λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky	1.2 W/m.K
d - vnější průměr trubek	0.017 m
R - zemina	1.11 m ² K/W
t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy	28 °C
t_i - teplota vzduchu v místnosti	20 °C
t_z - teplota zeminy	5 °C
A_p - šířka plochy	4 m
B_p - délka plochy	7.86 m
t_m - střední teplota otopné vody	37.5 °C
l - rozteč trubek	0.35 m
ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95)	0.95
c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa	5.67 W/m.K ⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33}$$

9.63 W/m².K

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l / 2)) / (m * l / 2)) + t_i$$

$t_p =$ 26.17 °C

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p)$$

5.01 W/m².K

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p)$$

0.18 W/m².K

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d}$$

7.17 1/m

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i)$$

59.41 W/m²

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z)$$

3.31 W/m²

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3 / m$$

0.32 m

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m)$$

0.85

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q')$$

1417.03 W

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r)$$

22.59 m²

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r)$$

20.52 m

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m)))$$

237.53 W

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o$$

1654.57 W

Požadovaný výkon W

1485 W

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

85.07 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 - \pi) \cdot R)$$

88.34 m

n - počet řad trubek topného hadu

20

l - rozteč trubek

0.35 m

A - délka místnosti

4.44 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

90.34 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

285.27 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

78.635 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.006

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.599 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.599 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi \phi$$

23.64

ξ - součinitel místního odporu

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

20

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

4

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

7103.72 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

4583.486 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

11687.21 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

11.98 l

Název místnosti:	Kuchyně
Číslo místnosti:	1.07

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.048	1.2	0.04
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.10

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover EPS grey	0.14	0.032	4.38
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma b/\lambda b$			5.29

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 9.63 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 28 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 20 °C
 t_z - teplota zeminy 5 °C
 A_p - šířka plochy 1.96 m
 B_p - délka plochy 4.3 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.2 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 9.63 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l/2)) / (m * l/2)) + t_i \quad t_p = 27.82 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 5.01 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.18 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 7.17 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 75.27 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 3.57 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3/m \quad 0.32 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.62$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 320.07 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 4.06 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 9.32 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 107.04 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 427.11 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

876 W

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

29.62 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 \cdot \pi) \cdot R)$$

31.03 m

n - počet řad trubek topného hadu

19

l - rozteč trubek

0.2 m

A - délka místnosti

1.81 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

45.03 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

73.64 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

20.299 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.022

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.155 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.155 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_\phi$$

25.14

ξ - součinitel místního odporu

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

19

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

8

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

913.98 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

323.295 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

1237.28 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

5.97 l

Název místnosti:	Pokoj
Číslo místnosti:	1.07

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.048	1.2	0.04
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.10

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover EPS grey	0.14	0.032	4.38
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma b/\lambda b$			5.29

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 9.63 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 28 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 20 °C
 t_z - teplota zeminy 5 °C
 A_p - šířka plochy 3.135 m
 B_p - délka plochy 4 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.35 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 9.63 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l/2)) / (m * l/2)) + t_i \quad t_p = 26.17 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 5.01 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.18 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 7.17 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 59.41 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 3.31 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3/m \quad 0.32 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.85$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 468.67 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 7.47 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 11.07 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 128.14 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 596.81 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

559 W

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

32.42 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 \cdot \pi) \cdot R)$$

33.35 m

n - počet řad trubek topného hadu

10

l - rozteč trubek

0.35 m

A - délka místnosti

3.36 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

35.35 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

102.90 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

28.364 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.016

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.216 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.216 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi \phi$$

12.24

ξ - součinitel místního odporu

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

10

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

4

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

1002.77 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

331.198 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

1333.96 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

4.69 l

Název místnosti:	Chodba
Číslo místnosti:	2.01

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.038	1.2	0.03
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.09

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover T-P	0.03	0.039	0.77
Porotherm strop	0.21	0.875	0.24
Porotherm Universal	0.01	0.45	0.02
$\Sigma b/\lambda b$			1.95

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 9.99 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zalaty trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 30 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 20 °C
 t_z - teplota 20 °C
 A_p - šířka plochy 2.31 m
 B_p - délka plochy 3.96 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.3 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 9.99 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l / 2)) / (m * l / 2)) + t_i \quad t_p = 26.73 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 5.34 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.48 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 7.51 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 67.17 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 2.20 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3 / m \quad 0.31 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.81$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 331.03 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 4.77 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 9.34 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 46.34 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 377.37 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

Připočítána 1/2 výkonu z 1.09 - Schodiště

371.5 W

Z důvodu velkého rozdílu obvodu a plochy místnosti nelze vzorec použít, určeno empiricky 14% z tepelného výkonu.

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

25.25 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 \cdot \pi) \cdot R)$$

25.42 m

n - počet řad trubek topného hadu

13

l - rozteč trubek

0.3 m

A - délka místnosti

2.03 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

26.42 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

65.06 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

17.935 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.025

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.137 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.137 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_\phi$$

15.66

ξ - součinitel místního odporu

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

13

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

4

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

2

1

Sběrač

0.5

2

1

Suma místních ztrát u zařízení:

3

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

473.86 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

173.522 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

647.38 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

3.51 l

Název místnosti:	Pokoj
Číslo místnosti:	2.02

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.038	1.2	0.03
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.09

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover T-P	0.03	0.039	0.77
Porotherm strop	0.21	0.875	0.24
Porotherm Universal	0.01	0.45	0.02
$\Sigma b/\lambda b$			1.95

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 9.63 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 28 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 20 °C
 t_z - teplota 20 °C
 A_p - šířka plochy 3.2 m
 B_p - délka plochy 4.4 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.35 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 9.63 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l / 2)) / (m * l / 2)) + t_i \quad t_p = 26.30 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 5.23 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.48 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 7.44 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 60.67 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 2.06 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3 / m \quad 0.31 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.86$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 541.98 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 8.64 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 12.00 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 136.92 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 678.90 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

631 W

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

36.69 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 - \pi) \cdot R)$$

36.97 m

n - počet řad trubek topného hadu

13

l - rozteč trubek

0.35 m

A - délka místnosti

2.87 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

38.97 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

117.05 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

32.265 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.014

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.246 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.246 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_\phi$$

15.66

ξ - součinitel místního odporu

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

13

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

4

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

1257.27 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

531.512 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

1788.78 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

5.17 l

Název místnosti:	Pokoj
Číslo místnosti:	2.03

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.038	1.2	0.03
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.09

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover T-P	0.03	0.039	0.77
Porotherm strop	0.21	0.875	0.24
Porotherm Universal	0.01	0.45	0.02
$\Sigma b/\lambda b$			1.95

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 9.63 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 28 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 20 °C
 t_z - teplota 20 °C
 A_p - šířka plochy 3.3 m
 B_p - délka plochy 4.4 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.35 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100)^4 - ((t_i + 273.15)/100)^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 9.63 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l/2)) / (m * l/2)) + t_i \quad t_p = 26.30 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 5.23 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.48 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 7.44 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 60.67 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 2.06 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3/m \quad 0.31 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.86$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 564.56 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 9.00 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 12.20 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 139.20 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 703.77 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W				658 W
Přibližné určení délky otopného hadu $L = Sp/I + Op$				37.91 m
Meandrová pokládka délka potrubí $l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 \cdot \pi) \cdot R)$				38.61 m
n - počet řad trubek topného hadu				13
l - rozteč trubek				0.35 m
A - délka místnosti				2.99 m
l _o - délka části místnosti bez top.hadu				0 m
$\sum b$ - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí				0.3 m
R - poloměr zakřivení oblouku				0.085 m
d - průměr trubek				0.017 m
Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S	(odměřeno z výkresu)			40.61 m
Hydraulické výpčty: Hmotnostní průtok otopným hadem $m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$				121.34 kg/h
c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky				4176 J/kg·K
Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R $R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$				33.447 Pa/m
λ - součinitel třecí ztráty				0.013
d _i - vnitřní průměr potrubí				0.013 m
w - střední rychlost v průřezu úseku				0.255 m/s
ρ - hustota teplotnosné látky				997.9 kg/m ³
Střední rychlost v průřezu úseku $w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$				0.255 m/s
Suma místních odporů $\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_\phi$				15.66
ξ - součinitel místního odporu				
ξ_ϕ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu ϕ	Určeno pro 180°			0.57
ξ_ϕ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu ϕ	Určeno pro 90°			0.33
n - počet řad trubek otopného hadu				13
n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu				4
Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]	ζ [-]	Počet armatur/zařízení		Místní ztráty zařízení
Tepelné čepadlo	2	0		0
Obchoz	0.5	2		1
Koleno DN 25	1.5	0		0
Rozdělovač	0.5	1		0.5
Sběrač	0.5	1		0.5
Suma místních ztrát u zařízení:				2
Tlaková ztráta třením Δp_{zt} $\Delta p_{zt} = R \cdot l$				1358.29 Pa
Tlaková ztráta místními odpory $p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$				571.158 Pa
Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P _c :				1929.45 Pa
Objem potrubí V _p [m ³]				5.39 l

Název místnosti:	Šatna
Číslo místnosti:	2.04

teplotní spád: 40
35
Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	a/λ_a
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.038	1.2	0.03
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda_a$			0.09

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	b/λ_b
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover T-P	0.03	0.039	0.77
Porotherm strop	0.21	0.875	0.24
Porotherm Universal	0.01	0.45	0.02
$\Sigma b/\lambda_b$			1.95

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 9.63 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 28 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 20 °C
 t_z - teplota 20 °C
 A_p - šířka plochy 2.1 m
 B_p - délka plochy 2.685 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.4 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 9.63 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l / 2)) / (m * l / 2)) + t_i \quad t_p = 25.77 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda_a + 1 / \alpha_p) \quad 5.23 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda_b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.48 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 7.44 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 55.59 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 1.89 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3 / m \quad 0.31 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.90$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 140.86 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 2.45 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 6.37 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 16.90 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 157.77 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

150 W

Z důvodu velkého rozdílu obvodu a plochy místnosti nelze vzorec použít, určeno empiricky 14% z tepelného výkonu.

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

12.50 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 \cdot \pi) \cdot R)$$

12.43 m

n - počet řad trubek topného hadu

6.5

l - rozteč trubek

0.4 m

A - délka místnosti

1.89 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

17.43 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

27.20 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

7.498 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.060

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.057 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.057 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_\phi$$

10.89

ξ - součinitel místního odporu

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξ_φ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

6.5

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

8

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

130.67 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

20.950 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

151.62 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

2.31 l

Název místnosti:	Pokoj
Číslo místnosti:	2.05

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.038	1.2	0.03
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.09

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover T-P	0.03	0.039	0.77
Porotherm strop	0.21	0.875	0.24
Porotherm Universal	0.01	0.45	0.02
$\Sigma b/\lambda b$			1.95

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 9.63 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 28 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 20 °C
 t_z - teplota 20 °C
 A_p - šířka plochy 2.835 m
 B_p - délka plochy 4.1 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.35 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 9.63 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l / 2)) / (m * l / 2)) + t_i \quad t_p = 26.30 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 5.23 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.48 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 7.44 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 60.67 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 2.06 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3 / m \quad 0.31 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.86$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 421.26 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 6.72 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 10.67 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 62.35 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 483.60 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

483 W

Z důvodu velkého rozdílu obvodu a plochy místnosti nelze vzorec použít, určeno empiricky 14% z tepelného výkonu.

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

29.86 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 \cdot \pi) \cdot R)$$

30.45 m

n - počet řad trubek topného hadu

10

l - rozteč trubek

0.35 m

A - délka místnosti

3.07 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

38.45 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

83.38 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

22.984 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.020

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.175 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.175 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi \phi$$

14.88

ξ - součinitel místního odporu

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

10

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

8

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

883.68 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

257.787 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

1141.47 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

5.10 l

Název místnosti:	Koupelna
Číslo místnosti:	2.06

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	a/λ_a
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.038	1.2	0.03
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda_a$			0.09

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	b/λ_b
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover T-P	0.03	0.039	0.77
Porotherm strop	0.21	0.875	0.24
Porotherm Universal	0.01	0.45	0.02
$\Sigma b/\lambda_b$			1.95

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 10.22 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 34 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 24 °C
 t_z - teplota 20 °C
 A_p - šířka plochy 1.54 m
 B_p - délka plochy 3.75 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.2 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 10.22 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l / 2)) / (m * l / 2)) + t_i \quad t_p = 30.03 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda_a + 1 / \alpha_p) \quad 5.40 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda_b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.48 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 7.55 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 61.66 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 3.28 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3 / m \quad 0.30 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.64$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 141.77 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 2.18 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 7.38 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 19.85 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 161.62 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

728 W

Z důvodu velkého rozdílu obvodu a plochy místnosti nelze vzorec použít, určeno empiricky 14% z tepelného výkonu.

Nutno doplnit elektrický topný žebřík radiátor s minimálním výkonem:

566.38 W

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/I + Op$$

18.30 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 - \pi) \cdot R)$$

19.72 m

n - počet řad trubek topného hadu

16

l - rozteč trubek

0.2 m

A - délka místnosti

1.41 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. připojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

31.72 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

27.86 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

7.681 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.059

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.058 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.058 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi \phi$$

23.04

ξ - součinitel místního odporu

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

16

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

10

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

243.68 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

42.709 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

286.38 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

4.21 l

Název místnosti:	Šatna
Číslo místnosti:	2.07

teplotní spád: 40
35
 Δt 5

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$a/\lambda a$
Vlasy	0.010	0.180	0.06
Anhydritová směs	0.038	1.2	0.03
	0	1	0.00
	0	1	0.00
$\Sigma a/\lambda a$			0.09

Vrstvy pod trubkami	S_i [m]	λ_i [W/m.K]	$b/\lambda b$
Systémová deska TP 301	0.032	0.035	0.91
Isover T-P	0.03	0.039	0.77
Porotherm strop	0.21	0.875	0.24
Porotherm Universal	0.01	0.45	0.02
$\Sigma b/\lambda b$			1.95

Okrajové podmínky:

α_p - Součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy 9.63 W/m².K
 α'_p - Součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy 8 W/m².K
 λ_d - Součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky 1.2 W/m.K
 d - vnější průměr trubek 0.017 m
 R - zemina 1.11 m²K/W
 t_{pm} - maximální střední povrchová teplota podlahové otopné plochy 28 °C
 t_i - teplota vzduchu v místnosti 20 °C
 t_z - teplota 20 °C
 A_p - šířka plochy 1.56 m
 B_p - délka plochy 2.55 m
 t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
 l - rozteč trubek 0.40 m
 ϵ_{pod} - emisivita povrchu podlahy (pro výpočet zvolena 0.95) 0.95
 c_0 - součinitel sálání absolutně černého tělesa 5.67 W/m.K⁴

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy

$$\alpha_p = (\epsilon_{pod} * c_0 * ((t_{pm} + 273.15)/100))^4 - ((t_i + 273.15)/100))^4) / (t_{pm} - t_i) + 2 * (t_{pm} - t_i)^{0.33} \quad 9.63 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy

$$t_p = (\lambda_a / \alpha_p) * (t_m - t_i) * ((t_{gh}(m * l/2)) / (m * l/2)) + t_i \quad t_p = 25.77 \text{ °C}$$

Výpočty:

Tepelná propustnost vrstvy nad potrubím

$$\Lambda_a = 1 / (\Sigma a / \lambda a + 1 / \alpha_p) \quad 5.23 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Tepelná propustnost vrstvy pod potrubím

$$\Lambda_b = 1 / (\Sigma b / \lambda b + 1 / \alpha'_p) \quad 0.48 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

Charakteristické číslo podlahy

$$m = \sqrt{2 * (\Lambda_a + \Lambda_b) / \pi^2 * \lambda_d * d} \quad 7.44 \text{ 1/m}$$

Měrný tepelný výkon otopné plochy

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) \quad 55.59 \text{ W/m}^2$$

Měrný tepelný tok podlahové plochy směrem dolů

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) \quad 1.89 \text{ W/m}^2$$

Vzdálenost krajní trubky od stěny

$$r = 2,3/m \quad 0.31 \text{ m}$$

Pomocný výpočet

$$t_{gh}((l/2) * m) \quad 0.90$$

Tepelný výkon podlahové plochy

$$Q_p = S_p * (q + q') \quad 76.45 \text{ W}$$

Skutečná podlahová plocha

$$S_p = (A_p - 2r) * (B_p - 2r) \quad 1.33 \text{ m}^2$$

Skutečný obvod plochy

$$O_p = 2 * (A_p - 2r + B_p - 2r) \quad 5.02 \text{ m}$$

Tepelný výkon okrajové plochy

$$Q_o = Q_p * (O_p / S_p) * ((0,448 * l) / (t_{gh}(l/2 * m))) \quad 10.70 \text{ W}$$

Celkový tepelný výkon podlahové otopné plochy

$$Q_{pc} = Q_p + Q_o \quad 87.16 \text{ W}$$

Požadovaný výkon W

85 W

Z důvodu velkého rozdílu obvodu a plochy místnosti nelze vzorec použít, určeno empiricky 14% z tepelného výkonu.

Přibližné určení délky otopného hadu

$$L = Sp/l + Op$$

8.35 m

Meandrová pokládka délka potrubí

$$l_p = n \cdot (A + l - l_o - \sum b - (4 \cdot \pi) \cdot R)$$

11.63 m

n - počet řad trubek topného hadu

16

l - rozteč trubek

0.4 m

A - délka místnosti

0.70 m

l_o - délka části místnosti bez top.hadu

0 m

Σb - vzdálenost krajních trubek od svislých konstrukcí

0.3 m

R - poloměr zakřivení oblouku

0.085 m

d - průměr trubek

0.017 m

Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí od R/S

(odměřeno z výkresu)

19.63 m

Hydraulické výpčty:

Hmotnostní průtok otopným hadem

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$$

15.03 kg/h

c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky

4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spát) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

4.142 Pa/m

λ - součinitel třecí ztráty

0.109

d_i - vnitřní průměr potrubí

0.013 m

w - střední rychlost v průřezu úseku

0.032 m/s

ρ - hustota teplotnosné látky

997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$$

0.032 m/s

Suma místních odporů

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi \phi$$

23.04

ξ - součinitel místního odporu

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 180°

0.57

ξφ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu φ

Určeno pro 90°

0.33

n - počet řad trubek otopného hadu

16

n - počet 90° ohybů trubek otopného hadu

10

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

ζ [-]

Počet armatur/zařízení

Místní ztráty zařízení

Tepelné čepadlo

2

0

0

Obchoz

0.5

2

1

Koleno DN 25

1.5

0

0

Rozdělovač

0.5

1

0.5

Sběrač

0.5

1

0.5

Suma místních ztrát u zařízení:

2

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l$$

81.31 Pa

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$$

12.420 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu místnosti P_c:

93.73 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

2.60 l

Přípojovací potrubí od tepelného čerpadla k RS1 - tlakové ztráty:

t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí R/S 8.00 m

Hydraulické výpočty:

Hmotnostní průtok přívodním potrubím

$$m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t) \quad 1037.72 \text{ kg/h}$$

$$c - \text{mětná tepelná kapacita teplotnosné látky} \quad 4176 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$$

Měrná tlaková ztráta (tlakový spád) R

$$R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho \quad 47.173 \text{ Pa/m}$$

$$\lambda - \text{součinitel třecí ztráty} \quad 0.002$$

$$d_i - \text{vnitřní průměr potrubí} \quad 0.0204 \text{ m}$$

$$w - \text{střední rychlost v průřezu úseku} \quad 0.884 \text{ m/s}$$

$$\rho - \text{hustota teplotnosné látky} \quad 997.9 \text{ kg/m}^3$$

Střední rychlost v průřezu úseku

$$w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2) \quad 0.884 \text{ m/s}$$

Suma místních odporů rozvodného potrubí

$$\sum \xi = 2 \cdot (n - 1) \cdot \xi_\phi \quad 0.5$$

ξ - součinitel místního odporu

$$\xi_\phi - \text{součinitel místního odporu oblouku o úhlu } \phi \quad \text{Určeno pro } 180^\circ \quad 0.45$$

$$\xi_\phi - \text{součinitel místního odporu oblouku o úhlu } \phi \quad \text{Určeno pro } 90^\circ \quad 0.25$$

n_{180} - počet 180° ohybů přípojovacího potrubí k RS

$$n_{90} - \text{počet } 90^\circ \text{ ohybů přípojovacího potrubí k RS} \quad 2$$

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

	ζ [-]	Počet armatur/zařízení	Místní ztráty zařízení
Tepelné čerpadlo	2	1	2
Obchod	0.5	2	1
Koleno DN 25	1.5	4	6
Rozdělovač	0.5	1	0.5
Sběrač	0.5	1	0.5
Redukce rozšíření	0.2	1	0.2
Redukce zúžení	1.5	1	1.5
Suma místních ztrát u zařízení:			11.7

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}

$$\Delta p_{zt} = R \cdot l \quad 377.38 \text{ Pa}$$

Tlaková ztráta místními odpory

$$p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2 / 2) \quad 4759.26 \text{ Pa}$$

Celková tlaková ztráta v topném okruhu přípojovacího potrubí RS1:

5136.64 Pa

Objem potrubí V_p [m³]

2.61 l

Přípojovací potrubí od RS1 k RS2 - tlakové ztráty:

t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí R/S 16.00 m

Hydraulické výpočty:

Hmotnostní průtok přívodním potrubím
 $m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$ 580.79 kg/h
 c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky 4176 J/kg·K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spád) R
 $R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$ 26.402 Pa/m
 λ - součinitel třecí ztráty 0.004
 d_i - vnitřní průměr potrubí 0.0204 m
 w - střední rychlost v průřezu úseku 0.495 m/s
 ρ - hustota teplotnosné látky 997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku
 $w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$ 0.495 m/s

Suma místních odporů rozvodného potrubí
 $\sum \xi = 2 \cdot (n-1) \cdot \xi_\phi$ 4.5
 ξ - součinitel místního odporu
 ξ_ϕ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu ϕ Určeno pro 180° 0.45
 ξ_ϕ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu ϕ Určeno pro 90° 0.25

n_{180} - počet 180° ohybů přípojovacího potrubí k RS
 n_{90} - počet 90° ohybů přípojovacího potrubí k RS 10

Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

	ζ [-]	Počet armatur/zařízení	Místní ztráty zařízení
Tepelné čepadlo	2	0	0
Obchoz	0.5	4	2
Koleno DN 25	1.5	0	0
Rozdělovač	0.5	2	1
Sběrač	0.5	2	1
Suma místních ztrát u zařízení:			4

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}
 $\Delta p_{zt} = R \cdot l$ 422.43 Pa
Tlaková ztráta místními odpory
 $p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$ 1038.68 Pa

Celková tlaková ztráta v topném okruhu přípojovacího potrubí RS1:

1461.11 Pa

Objem potrubí V_p [m³] 5.23 l

Přípojovací potrubí od RS1 k RS3 - tlakové ztráty:

t_m - střední teplota otopné vody 37.5 °C
Celková délka potrubí vč. přípojovacího potrubí R/S 20.00 m

Hydraulické výpočty:

Hmotnostní průtok přívodním potrubím
 $m_h = (Q_{pc} \cdot 3600) / (c \cdot \Delta t)$ 456.93 kg/h
 c - mětná tepelná kapacita teplotnosné látky 4176 J/kg*K

Měrná tlaková ztráta (tlakový spád) R
 $R = (\lambda / d_i) \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$ 20.771 Pa/m
 λ - součinitel třecí ztráty 0.006
 d_i - vnitřní průměr potrubí 0.0204 m
 w - střední rychlost v průřezu úseku 0.389 m/s
 ρ - hustota teplotnosné látky 997.9 kg/m³

Střední rychlost v průřezu úseku
 $w = (4 \cdot m_h) / (\rho \cdot \pi \cdot d_i^2)$ 0.389 m/s

Suma místních odporů rozvodného potrubí
 $\sum \xi = 2 \cdot (n-1) \cdot \xi_\phi$ 5.5
 ξ - součinitel místního odporu
 ξ_ϕ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu ϕ Určeno pro 180° 0.45
 ξ_ϕ - součinitel místního odporu oblouku o úhlu ϕ Určeno pro 90° 0.25

n_{180} - počet 180° ohybů přípojovacího potrubí k RS
 n_{90} - počet 90° ohybů přípojovacího potrubí k RS 12

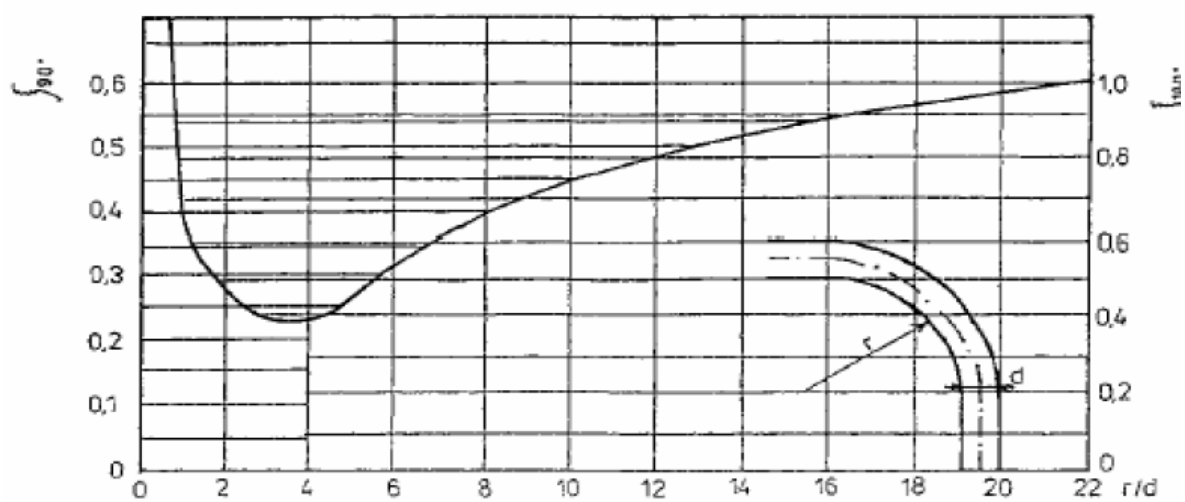
Hodnoty součinitelů místních ztrát ζ [-]

	ζ [-]	Počet armatur/zařízení	Místní ztráty zařízení
Tepelné čepadlo	2	0	0
Obchoz	0.5	4	2
Koleno DN 25	1.5	0	0
Rozdělovač	0.5	2	1
Sběrač	0.5	2	1
Suma místních ztrát u zařízení:			4

Tlaková ztráta třením Δp_{zt}
 $\Delta p_{zt} = R \cdot l$ 415.42 Pa
Tlaková ztráta místními odpory
 $p_z = \sum \zeta \cdot \rho \cdot (w^2) / 2$ 718.51 Pa

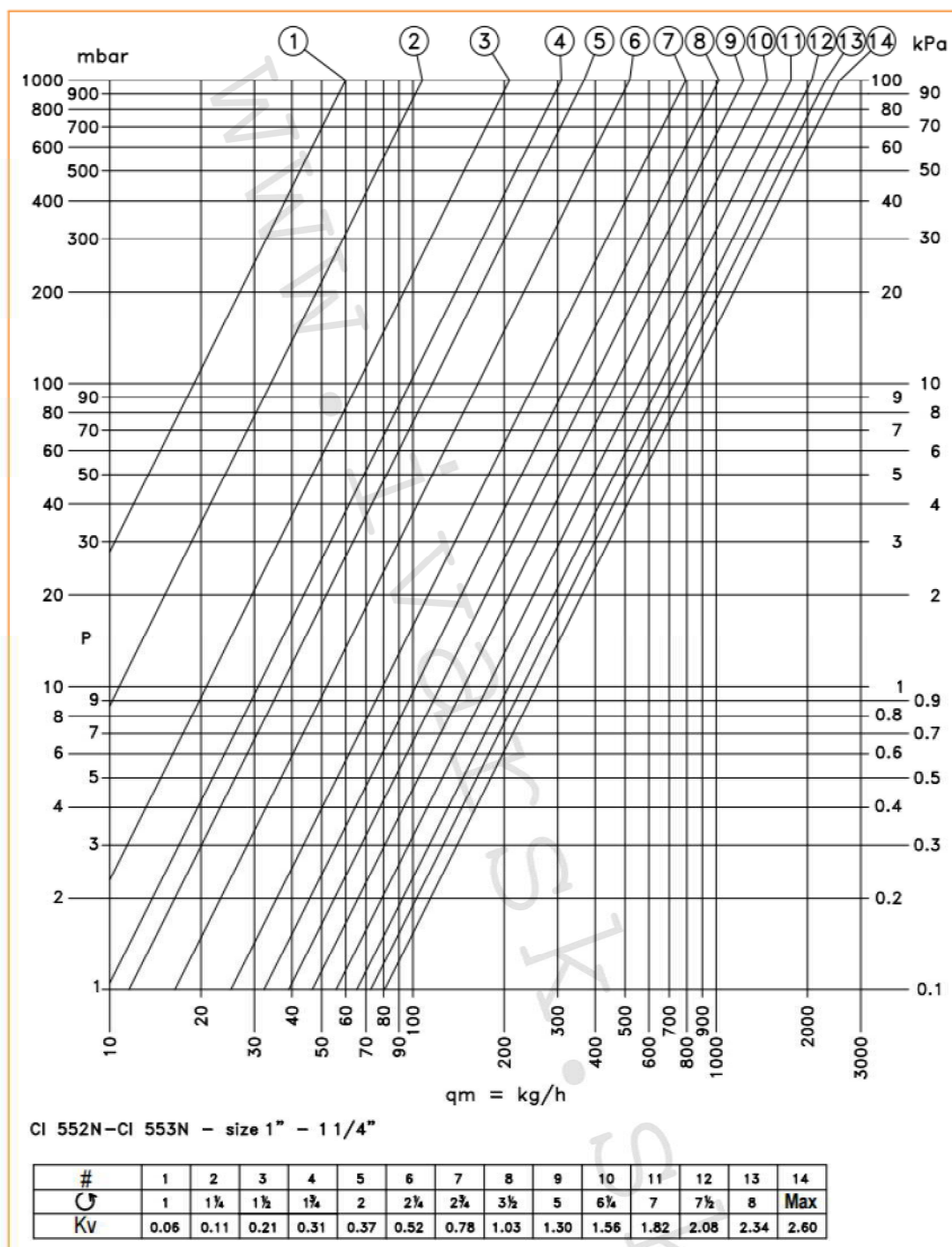
Celková tlaková ztráta v topném okruhu přípojovacího potrubí RS1: **1133.94 Pa**

Objem potrubí V_p [m³] 6.53 l



Obr. 9.1 - Součinitel místního odporu pro oblouk 90° a 180°

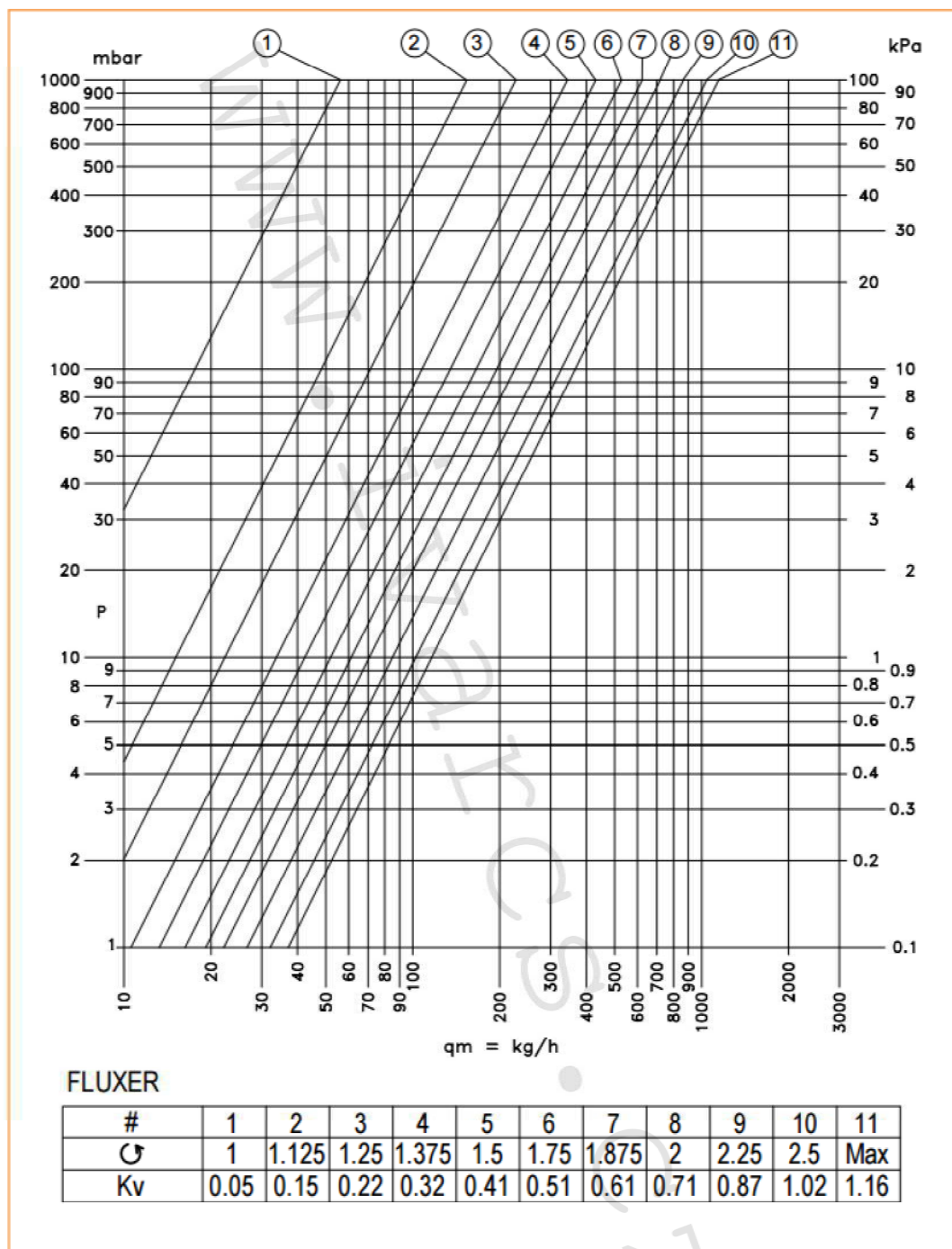
10) Hydraulické charakteristiky pre jeden výstup rozdeľovača IVAR.CI 553:



Tabuľka nastaviteľných hodnôt Kv regulačným šróbením v tele rozdeľovača:

Pozícia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Otáčky	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 3/4	3 1/2	5	6 1/4	7	7 1/2	8	Max
Kv	0,06	0,11	0,21	0,31	0,37	0,52	0,78	1,03	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60

10) Hydraulické charakteristiky pro jeden výstup rozdělovače IVAR.CI 553 VP:



VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 10

Návrh a výpočet vytápění budovy – Návrh izolace rozvodného potrubí

Student:

Jan Čuma


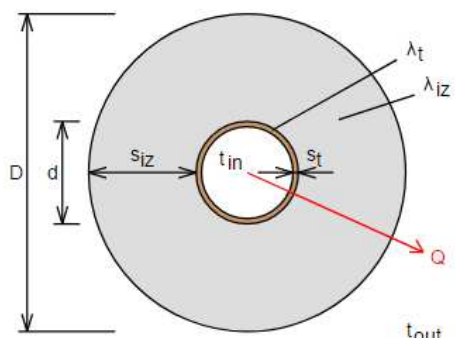
Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Návrh izolace rozvodného potrubí

Rozvody podlahového topení budou dvou-trubkové s nuceným oběhem vody. Typ rozvodného potrubí bude IVAR.PE-Xa s rozměry $25 \times 2,3$. Rozvodné potrubí vedené v podlahách nebude izolováno. Pouze bude izolováno měděnné (Cu) propojovací potrubí $28 \times 1,5$ v místnosti č. 1.05 izolací ROCKWOOL Flexorock s tl. 30 mm. Výpočet byl proveden za pomoci výpočetního programu na stránkách www.vytapeni.tzb-info.cz [28] a je proveden v příloze č. 10. Při návrhu tepelné izolace potrubí byly dodrženy podmínky vyhlášky č. 193/2007 Sb. [31].

<p>Izolace</p> <p>ROCKWOOL > FLEXOROCK</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.034$ W / m K</p> <p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 28x1.5</p> <p>Průměr $d = 28$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	 <p>Rozsah provozních teplot: není uveden</p>
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 88$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 55$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 15$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 8.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_o = 0.172 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 17.5$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 35.2$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 6.9$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>80 %</p>
<p>Sřední spotřeba izolace</p>	<p>0.1822 m² - platí pro plošnou izolaci</p>

Obr. 10.1: Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací kruhového průřezu

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 11

Návrh a výpočet vytápění budovy – Návrh a posouzení oběhového čerpadla

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Návrh a posouzení oběhového čerpadla okruhu podlahového topení

Výpočet hmotnostního průtoku pro čerpadlo:

$$m = Q / c \cdot \Delta t$$

m - hmotnostní průtok pro objektivní čerpadlo [m³/h]

Q - přenášený výkon v okruhu [kW]

c - specifické teplo vody [kWh/m³K]

Δt - rozdíl přívodní a vratné teploty vody [°C]

tlakové ztráty soustavy

$$m = 1.08 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$m = 1075.32 \text{ l/h}$$

$$Q = 6.253 \text{ kW}$$

$$c = 1.163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$$

$$\Delta t = 5 \text{ °C}$$

Celková tlaková ztráta systému [kPa]:


$$p = 28.87 \text{ kPa}$$

Na základě výpočtů bylo navrženo čerpadlo Grundfos Alpha 2 L 25-130.

K návrhu byl využit program pro návrh čerpadla na stránkách: <http://product-selection.grundfos.com> [32]



Obr. 11.1: Výkonové křivky navrženého čerpadla s vyznačeným průtokem a tlakovou ztrátou soustavy.

Pozice	Počet	Popis
	1	<p>ALPHA2 L 25-60 130</p>  <p>Výrobní č.: 95047563</p> <p>GRUNDFOS ALPHA2 L Příští generace malých oběhových čerpadel s energetickým štítkem A</p> <p>ALPHA2 L je poslední člen výrobního programu vysoce jakostních oběhových čerpadel firmy Grundfos.</p> <p>Pořídíte-li si čerpadlo ALPHA2 L, můžete zapomenout na starosti s komplikovaným nastavováním vašeho čerpadla.</p> <p>ALPHA2 L je flexibilní, spolehlivé a ještě kompaktnější čerpadlo než kterékoliv jiné oběhové čerpadlo s energetickým štítkem A, jež je na trhu k dostání.</p> <p>Kompaktní konstrukce Nově řešená konstrukce činí z čerpadla ALPHA2 L nejkompaktnější oběhové čerpadlo Grundfos, které můžete získat. Díky řídicí elektronice integrované v tělese čerpadla je nyní možná instalace i ve velmi stísněných prostorových podmínkách</p> <p>Energetický štítek A Díky vestavěnému frekvenčním měniči, technologii s permanentními magnety a kompaktní konstrukci statoru se čerpadlo ALPHA2 L dostává na nejvyšší příčku systému energetického štítkování. Čerpadlo ALPHA2 L tak potřebuje ke svému provozu až o 80 % energie méně než oběhová čerpadla nesoucí energetický štítek D.</p> <p>ALPHA zástrčka Vysoce ceněná a velmi populární ALPHA zástrčka je jedinou zástrčkou na trhu, která umožňuje unikátně jednoduché připojení napájecího kabelu bez nutnosti demontáže svorkovnice.</p> <p>Ovládání pomocí jednoho tlačítka Uživatelsky přívětivý systém ovládání pomocí jednoho tlačítka umožňuje jednoduché nastavování parametrů.</p> <p>Kapalina: Čerpaná kapalina: Voda Rozsah teploty kapaliny: 2 .. 110 °C Q_OpFluidTemp: 40 °C Hustota: 992.2 kg/m³</p> <p>Techn.: Skutečná vypočítaná hodnota průtoku: 1.14 m³/h Výsledná dopravní výška čerpadla: 33.83 kPa Teplotní třída TF: 110 Schval. značky na typovém štítku: VDE,GS,CE,EAC</p> <p>Materiály: Těleso čerpadla: Litina EN-JL 1020</p>

Pozice	Počet	Popis
		<p>ASTM A48-25 B Compozit, PP</p> <p>Oběžné kolo:</p> <p>Instalace: Rozsah okolní teploty: 0 .. 40 °C Max. provozní tlak: 10 bar Potrubní přípojka: G 1 1/2 PN pro potrubní přípojku: PN 10 Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem: 130 mm</p> <p>Elektrické údaje: Příkon - P1: 5 .. 45 W Frekvence el. sítě: 50 Hz Jmenovité napětí: 1 x 230 V Max. spotřeba el. proudu: 0.05 .. 0.38 A Krytí (IEC 34-5): IP42 Třída izolace (IEC 85): F</p>

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 12

Návrh a výpočet vytápění budovy – Posouzení expanzní nádoby okruhu
podlahového topení

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Návrh a posouzení expanzní nádoby okruhu podlahového topení

Objem navržené expanzní nádoby

V_e - objem navržené expanzní nádoby [l]

$V_e = 8$ l

Typ: Regulus HS008 - viz stránky výrobce www.regulus.cz [37]

Požadovaný objem expanzní nádoby

$V_{et} = 1,3 \cdot V_o \cdot n \cdot 1/\eta$

$V_{et} = 5.50$ l

V_{et} - požadovaný objem expanzní nádoby [l]

$V_e > V_{et} \Rightarrow$ Expanzní nádoba vyhovuje

Objem vody v celé otopné soustavě

$V_o = V_t + V_p + V_a$

$V_o = 283.85$ l

V_o - Objem vody v celé otopné soustavě [l]

V_t - Objem vody v zásobníku tepelného čerpadla [l]

$V_t = 90.00$ l

V_p - Objem vody v přímém okruhu [l]

$V_p = 73.85$ l

V_a - Objem vody v akumulátoru [l]

$V_a = 120.00$ l

n - součinitel zvětšení objemu viz. tabulka níže

$n = 0.00749$

Tab. 12.1 Tabulka součinitelů zvětšení objemu [21]

$\Delta t = t_{max} - 10$ [K]	20	30	40	45	50	55	60	65	70
n [-]	0,00401	0,00749	0,01169	0,01413	0,01672	0,01949	0,02243	0,02551	0,02863
$\Delta t = t_{max} - 10$ [K]	75	80	85	90	95	100	105	110	115
n [-]	0,03198	0,03553	0,03916	0,04313	0,04704	0,05112	0,05529	0,05991	0,06435

Hydrostatický absolutní tlak

$p_{d,A} = \rho \cdot g \cdot h + p_B$

$p_{d,A} = 124.47$ kPa

$p_{d,A}$ - Hydrostatický absolutní tlak [kPa]

ρ - hustota teplonosné látky

$\rho = 997.90$ kg/m³

g - tíhové zrychlení

$g = 9.81$ m/s²

h - výška vodního sloupce nad expanzní nádobou

$h = 2.50$ m

p_B - barometrický tlak

$p_B = 100.00$ kPa

Stupeň využití expanzní nádoby

$\eta = (P_{h,dov,A} - P_{d,A}) / P_{h,dov,A}$

$\eta = 0.50$

$P_{h,dov,A}$ - nejvyšší dovolený absolutní tlak (absolutní tlak

pojistného ventilu) Nejslabší místo v systému + 100 kPa

$P_{h,dov,A} = 250.00$ kPa

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 13

Návrh a výpočet vytápění budovy – Posouzení pojistného ventilu

Student:

Jan Čuma

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marcela Černíková

Ostrava 2017

Posouzení pojistného ventilu

Pojistný ventil slouží k ochraně soustavy proti překročení maximálního dovoleného přetlaku a překročení nejvyšší pracovní teploty.

Pojistný výkon soustavy

Q_p - Pojistný výkon soustavy [kW]

$Q_p = 11.8$ kW

Pojistný výkon odpovídá jmenovitému výkonu zdroje tepla

Pojistný průtok

$m_p = Q_p / r$

$m_p = 19.47$ m²/h

m_p - Pojistný průtok [m²/h]

r - výparné teplo páry při otvíracím přetlaku Pro

pojistného ventilu [kWh/kg]

250kPa:

$r = 0.61$ kWh/kg

Průřez sedla ventilu

$S_o = Q_p / (\alpha_v \cdot K)$

$S_o = 18.88$ mm²

S_o - Průřez sedla ventilu [mm²]

α_v - výtokový součinitel pojistného ventilu [-]

0.558

K - konstanta syté vodní páry při otvíracím přetlaku

pojistného ventilu [kW/mm²]

$K = 1.12$ kW/mm²

Vnitřní průměr pojistného potrubí

Určen pro páru nebo směs vody a páry

$d_v = 15 + 1.4 \cdot \sqrt{Q_p}$

$d_v = 19.81$ mm

d_v - Vnitřní průměr pojistného potrubí [mm]

Dle d_v byl navržen pojistný ventil Honeywell 1' o nejmenším průtočném průřezu 452 mm².

$S_o < S_{osk} \Rightarrow$ Pojistný ventil vyhoví

S_{osk} - skutečný průřez sedla pojistného ventilu

$S_{osk} = 452$ mm²

Zdroj tepla:	Skupina:	Teplotní interval [°C]	vstup do PV	výstup z PV
<input checked="" type="radio"/> výměník tepla	<input checked="" type="radio"/> A1	$T_1 < 100$	voda	voda
<input type="radio"/> kotel	<input type="radio"/> A2	$100 < T_1 < t_{2x}$	voda	směs
	<input type="radio"/> A3	$100 \leq t_{2x} \leq T_1$	pára	pára
	B		pára	pára

T_1 - výpočtová teplota ohřívací vody na vstupu

t_{2x} - teplota ohřívání vody na mezi odparu při tlaku p_{ot}

Výpočtové parametry pojistných ventilů: HONEYWELL ▾						
jmenovitá světlost DN [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průtočný průřez S_o [mm ²]	201	NaN	452	572		
výtokový součinitel α_w [-]	0,289	0,449	0,558	0,583		

Poznámka: Přednastavené hodnoty průtočného průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

$p_{ot} =$ **kPa** ... otevírací tlak pojistného ventilu

$Q_n =$ **kW** ... jmenovitý výkon zdroje tepla

$S_o =$ **mm²** ... vypočtený minimální průřez sedla pojistného ventilu

SM 120-1/2" ... navržený pojistný ventil

$S_o =$ **mm²** ... skutečný průřez sedla navrženého pojistného ventilu

$d_1 =$ **mm** ... minimální vnitřní průměr **vstupního** pojistného potrubí

$d_2 =$ **mm** ... minimální vnitřní průměr **výstupního** pojistného potrubí

Obr. 13.1. Posouzení pojistného ventilu na www.tzb-info.cz [28]